



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**SANTTU KUMPULAINEN**

**JOUSTAVIEN VALMISTUSJÄRJESTELMIEN ASIAKASARVO**

Diplomityö

Tarkastaja: professori Petri Suomala  
Tarkastaja ja aihe hyväksytty teknis-  
taloudellisen tiedekuntaneuvoston koko-  
uksessa 3. lokakuuta 2012

# TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Tuotantotalouden koulutusohjelma

KUMPULAINEN, SANTTU: Joustavien valmistusjärjestelmien asiakasarvo

Diplomityö, 109 sivua, 10 liitettä (10 sivua)

Maaliskuu 2013

Pääaine: Teollisuustalous

Tarkastaja: professori Petri Suomala

Avainsanat: asiakasarvo, joustava valmistusjärjestelmä, FMS, automaation hyödyt

Asiakasarvo on noussut 2000-luvulla erääksi markkinointitutkimuksen käytetyimmistä termeistä. Tässä työssä asiakasarvon analysoinnille rakennettiin viitekehys, jonka avulla tuotantojärjestelmäinvestoinnin asiakasarvo voidaan määrittää rahallisesti. Erityisesti oltiin kiinnostuneita joustavien valmistusjärjestelmien asiakasarvosta. Joustavia valmistusjärjestelmiä ja niiden hyötyjä on käsitelty tieteellisessä tutkimuksessa laajalti ja tärkeimmistä hyödyistä on oltu varsin yksimielisiä. Tässä työssä oli tavoitteena selvittää, kuinka järjestelmien käyttäjät kokevat hyödyt nykypäivänä – näkökulmaksi valittiin hyödyt suhteessa kilpaileviin ratkaisuihin.

Diplomityöprosessi alkoi kirjallisuuskatsauksella, jonka perusteella suunniteltiin empiirisen osuuden, eli asiakashaastattelujen ja -kyselyn, toteutus. Haastatteluihin osallistui 16 ja Internet-kysely tavoitti 24 asiakasta. Empiirinen tutkimus oli varsin laaja. Kvantitatiivisen tiedon osalta tutkimuksen luotettavuutta voidaan pitää korkeana. Empiirisessä tutkimuksessa tunnistettiin monia toistuvia teemoja, joista osa on mahdollisesti yleistettävissä laajemminkin. Monet haastattelujen kvalitatiivisista tuloksista kertovat kuitenkin yksittäistapauksista. Laajan kirjallisuuskatsauksen ja teemahaastattelujen vuoksi luottamus tutkimuksen validiteettiin on korkea.

Tutkimuksessa havaittiin, että FM-järjestelmien tärkeimmät hyödyt ovat edelleen hyvin samankaltaisia kuin aiemmissa tutkimuksissa on selvinnyt. Järjestelmien tärkeimmät hyödyt ovat jaoteltavissa kahteen luokkaan: lisäarvoa tuottaviin ja kustannuksia säästäviin hyötyihin. Näin ollen on käytännössä kyse tuotannon tehokkuuden paranemisesta. Tärkeimpiä hyötyjä ovat joustavuuden paraneminen, automaation mahdollistama tuottavien tuotantotuntien lisääntyminen ja henkilöstön tehokkuuden kasvaminen. Tutkimuksessa havaittiin myös, että FM-järjestelmiä käytetään useilla toisistaan poikkeavilla tavoilla, ja käyttötavoista riippuen tärkeimmissä hyödyissä on eroja.

FM-järjestelmien asiakasarvon muodostumisen kannalta FM-järjestelmien kantava ajatus voidaan tiivistää seuraavasti: tuotannon joustavuuden paraneminen ilman tehokkuuden laskua. Tutkimusten tulosten perusteella kehitetty laskentatyökalu auttaa hyötyjen kommunikoinnissa eri asiakastyypeille. Laskentatyökalun tukena voidaan käyttää esimerkiksi referenssikuvauksia, joiden avulla laskelmien uskottavuutta voidaan parantaa.

# ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Industrial Engineering and Management

KUMPULAINEN, SANTTU: Customer Value of Flexible Manufacturing Systems

Master of Science Thesis, 109 pages, 10 Appendices (10 pages)

March 2013

Major: Industrial Management

Examiner: Professor Petri Suomala

Keywords: customer value, flexible manufacturing system, FMS, benefits of automation

Customer value has become one of the leading concepts of marketing research. During this thesis project, a conceptual model of customer value of manufacturing system investments was developed. The model was built in order to evaluate the customer value of FMS investments in financial terms. Flexible manufacturing systems and their benefits have been a subject of intensive research during the past decades. This thesis aimed to find out how the system owners benefit from the systems in the present day, and to clarify if there have been changes in the formation of customer value due to the use of FMS in the recent past.

A literature review was conducted as the first phase of the research. Based on the findings of the literature review, an empirical phase of the research was planned. The empirical phase included 16 customer interviews and an internet questionnaire, which reached 24 customers. Based on the diversified literature review and the empirical research, no factors that would compromise the validity of the research were recognized. For the same reasons, also the reliability of the research was considered adequate. The results included both case specific knowledge, and factors that could be generalized.

The findings of the research showed that the main benefits of flexible manufacturing systems had remained rather constant. A new finding of the study is that the benefits can be categorized as value adding benefits and cost saving benefits. Thanks to these benefits, the production effectiveness is improved. Improving the production flexibility, and increasing both the productive working hours and the employee efficiency were considered the most important benefits of FMS. It also became evident that the most important benefits were not same for all system owners. When it comes to formation of the customer value, some typical user profiles can be recognized.

The customer value of flexible manufacturing systems is based on the following principle: Increasing the production flexibility without losing the production efficiency. Based on the results of the study, an investment calculation based sales tool was developed. As an endorsement to the findings of the research, the sales tool helps to communicate the benefits of FMS to different customer types.

## ALKUSANAT

Diplomityöprosessi on ollut pitkä ja vaativa. Tekijälleen se on kuitenkin antanut huomattavasti enemmän kuin ottanut. Diplomityön yhteydessä olen päässyt tutustumaan kansainväliseen hektiseen projektiliiketoimintaympäristöön ja moniin mielenkiintoisiin asiakkaisiin. Prosessi opetti paljon niin myynnistä ja markkinoinnista, laskentatoimesta, kuin tuotantoteknologioistakin.

Haluan kiittää työn ohjaajaa, Fastems Oy Ab:n toimitusjohtajaa Jarmo Hyvöstä neuvoista ja ohjauksesta sekä mahdollisuudesta toteuttaa diplomityöni mielenkiintoisesta aiheesta. Kiitokset ansaitsevat myös työn valvojat Petri Suomala sekä Jouni Lyly-Yrjänäinen. He ovat huolehtineet siitä, että työni on myös akateemisessa mielessä kaikki vaatimukset täyttävä ja toivottavasti myös ne ylittävä. Erityiskiitokset haluan antaa Edwin Naskalille, joka on oman työnsä ohessa jaksanut keskustella tutkimuksestani lukuisia kertoja. Hänen neuvojensa ansiosta työstä jäivät uupumaan myös ne lukemattomat asiavirheet, jotka olisin rajatun tuotantoteknologiatietämykseni vuoksi työhöni sisällyttänyt. Suuret kiitokset ansaitsee myös Bernd Grieb. Ilman hänen apuaan Keski-Euroopan haastattelukierrokseni toteuttaminen olisi varmasti ollut hyvin haastavaa.

Esitän pahoitteluni heille tunnustuksen ansainneille, joita en voi tässä nimeltä mainita. Kiitokset lähtevät siis kaikille niille Fastemsin ja TTY:n tahoille, jotka ovat omalta osaltaan edistäneet tämän diplomityön valmistumista.

Työ on siis valmis. Kuluneet seitsemän kuukautta organisaation sisäisenä vapaana tutkijana olivat todella intensiivisiä. Eteenpäin jatketaan avoimin mielin.

Tampereella 13.2.2013,

Santhu Kumpulainen

# SISÄLLYS

<b>Tiivistelmä.....</b>	<b>ii</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>iii</b>
<b>Alkusanat .....</b>	<b>iv</b>
<b>Sisällys.....</b>	<b>v</b>
<b>Termit ja selitykset .....</b>	<b>vii</b>
<b>1. Johdanto .....</b>	<b>1</b>
1.1. Asiakasarvo .....	1
1.2. Investoinnit joustaviin valmistusjärjestelmiin.....	2
1.3. Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset .....	3
1.4. Tutkimusmetodologia, -menetelmät ja aineisto.....	4
1.5. Työn rakenne.....	6
<b>2. Asiakasarvo .....</b>	<b>8</b>
2.1. Arvon käsite .....	8
2.2. Asiakasarvo konseptina.....	10
2.2.1. Asiakkaan käsitykset .....	10
2.2.2. Asiakasarvon käsite.....	11
2.2.3. Asiakasarvon määritelmä .....	13
2.3. Asiakasarvon havainnollistaminen.....	14
2.3.1. Hyödyt ja uhrukset – asiakasarvon komponentit .....	14
2.3.2. Asiakasarvon esitystapa .....	15
2.4. Asiakasarvon selvittäminen ja viestiminen.....	17
2.4.1. Asiakasarvotutkimukset.....	17
2.4.2. Hyötyjen ja uhrausten mitattavuus.....	19
2.4.3. Arvolupaus ja arvomalli .....	21
2.4.4. Asiakasarvon kommunikointi .....	23
2.5. Asiakasarvomalli.....	24
<b>3. Investointien arviointi .....</b>	<b>26</b>
3.1. Investointien peruskäsitteet .....	26
3.1.1. Investoinnin luonne.....	26
3.1.2. Investointilaskelmien lähtöarvot.....	27
3.2. Investointien arviointimenetelmät .....	28
3.2.1. Perinteiset investointilaskentamenetelmät.....	29
3.2.2. Elinkaarikustannuslaskenta .....	31
3.2.3. Menetelmien käyttö yritysmaailmassa .....	34
3.3. Investointien asiakasarvon elinkaarimalli.....	35
<b>4. Joustavat valmistusjärjestelmät .....</b>	<b>37</b>
4.1. Joustava valmistusjärjestelmä .....	37
4.1.1. Joustavan valmistusjärjestelmän määritelmä .....	37
4.1.2. Valmistusteknologioiden jaottelu .....	38
4.2. Joustavuus .....	38
4.2.1. Joustavuuden konsepti.....	38
4.2.2. Valmistuksen joustavuus .....	39
4.2.3. Tuotantostrategiat.....	41
4.3. FM-järjestelmien hyödyt ja uhrukset .....	43

4.3.1.	Hyötyjen ja uhrausten käsittely .....	43
4.3.2.	Suorat ja epäsuorat hyödyt.....	44
4.3.3.	Vaikeasti mitattavat hyödyt.....	45
4.3.4.	Uhraukset, heikkoudet ja rajoitteet .....	47
4.4.	Joustava valmistusjärjestelmä investointina .....	48
4.5.	FMS-investointien asiakasarvon elinkaarimalli .....	49
<b>5.</b>	<b>Fastems Oy Ab .....</b>	<b>52</b>
5.1.	Fastemsin organisaatio ja myynti .....	52
5.2.	Fastemsin joustavat valmistusjärjestelmät.....	53
5.3.	Kilpailevat ratkaisut.....	54
5.4.	Sisäiset haastattelut.....	54
<b>6.</b>	<b>Asiakastutkimus.....</b>	<b>57</b>
6.1.	Toteutus ja osallistujat .....	57
6.2.	Investointipäätökset.....	58
6.3.	Tuotantoluvut.....	61
6.3.1.	Tuotantokappaleet ja -erät.....	61
6.3.2.	Tuotantotunnit ja käyttöaste .....	63
6.3.3.	Kustannukset ja läpimenoaika .....	65
6.4.	Muut huomiot.....	68
6.4.1.	Henkilöstötekijät .....	68
6.4.2.	Kiinnitinteknologia, varaosatyypit ja ohjelmointi.....	69
6.4.3.	Muut kommentit.....	71
6.5.	Tutkimuksen luotettavuuden arviointi.....	72
<b>7.</b>	<b>Joustavien valmistusjärjestelmien asiakasarvo .....</b>	<b>74</b>
7.1.	Järjestelmän konfigurointi ja investoinnin suunnittelu .....	74
7.2.	Asiakasarvon komponentit.....	75
7.2.1.	Tuotehyödyt.....	75
7.2.2.	Käyttöhyödyt.....	77
7.2.3.	Hankintakustannukset .....	80
7.2.4.	Käyttökustannukset .....	81
7.2.5.	Suhdehyödyt ja -kustannukset .....	82
7.3.	Asiakasarvon määrittäminen.....	83
7.3.1.	Yleinen asiakasarvomalli .....	83
7.3.2.	Laskennallisen asiakasarvon määrittäminen .....	84
7.4.	Asiakasarvon kommunikointi .....	87
7.4.1.	Asiakasprofiilit .....	87
7.4.2.	Arvolupaukset.....	92
7.5.	Laskentatyökalun esittely.....	95
<b>8.</b>	<b>Päätelmät .....</b>	<b>97</b>
8.1.	Joustavien valmistusjärjestelmien asiakasarvo .....	97
8.2.	Muut havainnot ja suositukset .....	100
8.3.	Tutkimuksen arviointi ja rajoitteet .....	101
8.4.	Kohti elinkaarikustannusmallia .....	102
<b>Lähteet</b>	<b>.....</b>	<b>104</b>
<b>Liitteet</b>	<b>.....</b>	<b>110</b>

## TERMIT JA SELITYKSET

AMT = Advanced Manufacturing Technology (edistynyt valmistusteknologia) Sisältää muun muassa joustavat valmistusjärjestelmät, materiaalinhallintajärjestelmät ja CAD/CAM-teknologiat.

EVA = Economic Value Added (taloudellinen lisäarvo). EVA®-laskentamenetelmän tunnusluku.

ERP = Enterprise Resource Planning. Termillä ERP viitataan tuotannonohjausjärjestelmään.

FM-järjestelmä = joustava valmistusjärjestelmä

FMC = Flexible Manufacturing Cell (joustava valmistussolu)

FMF = Flexible Manufacturing Factory (joustava valmistustehdas)

FMS = Flexible Manufacturing System (joustava valmistusjärjestelmä)

FMU = Flexible Manufacturing Unit (joustava valmistusyksikkö)

Integroimaton työstökone = Työstökone, jota ei ole liitetty FM-järjestelmään tai muihin materiaalinhallintajärjestelmään.

IRR = Internal Rate of Return (investoinnin sisäinen korkokanta)

JIT = Just in Time (tuotanto juuri oikeaan tarpeeseen)

Kanban-ohjaus = visuaalisiin ohjauskortteihin perustuva tuotannon imuohjausmenetelmä.

KET = valmistusprosessin keskeneräinen tuotanto, eli esimerkiksi puolivalmisteet

Käytettävyys (availability) = Aika, jonka järjestelmä on toimintakuntoinen, % tuotantotunneista.

Käyttöaste = NC-ohjelma-aika suunnitelluista tuotantotunneista, %. Katso myös vuotuinen käyttöaste ja NC-ohjelma-aika.

NC-ohjelma-aika = NC-koneiden (Numerically Controlled) eli numeerisesti ohjattujen työstökoneiden ohjelma-aika, eli aika, jolloin työstöohjelmaa suoritetaan.

Nimike = tuotantolaitteessa piirustuksen mukaan valmistettava kappale.

NPV = Net Present Value (nettonykyarvo).

ROI = Return of Investment, investoinnin tuotto suhteessa sijoitettuun pääomaan.

TCO = Total Cost of Ownership, omistamisen kokonaiskustannukset. Esimerkiksi investointihyödykkeen elinkaaren aikaiset kokonaiskustannukset.

Tuotantoerä = kerralla valmistettava erä samanlaisia tuotantokappaleita

Tuotantosarja = tuotantokappaleen koko elinkaaren aikainen valmistusmäärä

Vuotuinen käyttöaste = NC-ohjelma-aika vuoden tunneista, %. Katso myös käyttöaste ja NC-ohjelma-aika.

WACC = Weighted Average Cost of Capital. Yrityksen keskimääräinen pääomakustannus, joka huomioi oman pääoman ja vieraan pääoman kustannuksen.



# 1. JOHDANTO

## 1.1. Asiakasarvo

Eräs nykypäivän myynnin ja markkinoinnin toistuvista teemoista on *asiakasarvo*. Mitä se on ja miksi yrityksen tulisi tuntea tarjoamansa asiakasarvo? Ostotilanteessa asiakkaan ostaja arvostaa useimmiten *alinta hankintahintaa* eli matalia investointihetkellä toteutuvia kustannuksia. Suorat rahalliset *uhraukset* ovat helposti kirjattavissa investointilaskelmiin ja pienemmät uhraukset yksinkertaisempia perustella investoinnista päättävälle taholle kuin suuremmat. Tarjoama, jonka hankintahinta on suurempi, mutta *elinkaari-kustannukset* matalammat on siis haastavampi myydä. Säästöt toteutuvat vasta myöhemmin, joten niihin sisältyy epävarmuutta ja niiden ennakointi on haastavampaa. (Anderson et al. 2009, ss. 8—9)

Toisaalta arvotietoiset asiakkaat eivät tarkastele pelkästään hankintahintaa tai tuoteominaisuuksia; he haluavat selvittää, miten he todellisuudessa hyötyvät eri vaihtoehtoista (Panasuraman 1997). Useimmiten asiakasarvolla tarkoitetaan hyötyjen ja kustannusten erotusta. Tilanne muuttuu haastavammaksi, jos tarjoamat eivät ole *hyödyiltään* identtisiä. Teollisuuden reaali-investointien hyödyt voivat olla luonteeltaan esimerkiksi strategisia; siis *vaikeasti mitattavia*. Tällaisten hyötyjen ilmaiseminen rahallisesti – siten että hyöty vaikuttaisi *investointilaskelman* loppuriviin, *nettonykyarvoon* – on haastavaa. Ellei ostajalla ole resursseja vertailla tarjoamia kattavasti, kääntyy ostopäätös hyvin suurella todennäköisyydellä edullisemmin hankittavaan tarjoamaan (Anderson et al. 2009, ss 8—9).

Tuotantoyritys tekee vuodessa lukuisia hankintoja, joista monissa on useita hankintavaihtoehtoja. Näin ollen kaikkien tarjoamien tarkka vertailu ei jokaisen hankinnan yhteydessä tule kysymykseen. Toimittajalla on todennäköisesti vain muutamia erilaisia tarjoamia, jolloin tarjottava ratkaisu koostuu useimmiten samoista elementeistä. Tässä onkin toimittajan tilaisuus. Kun toimittaja itse tuntee tarjoamansa arvon, voi tämä rakentaa niin sanottuja valmiita *arvomalleja*. Arvomallin avulla asiakasarvon – hyötyjen ja kustannusten erotuksen – kommunikoida asiakkaalle on helpompaa. Havaitessaan toimittajan tarjoaman ylivertaisuuden asiakkaan ostaja voi perustella ostopäätöksen investoinnista päättävälle taholle käyttäen hyväksi toimittajan tarjoamia laskelmia.

## 1.2. Investoinnit joustaviin valmistusjärjestelmiin

Joustavat valmistusjärjestelmät koetaan haastaviksi investointikohteiksi niin arvioinnin kuin toteutuksenkin näkökulmasta. FM-järjestelmäinvestointi voi muuttaa yrityksen tuotannon luonnetta ja vaatii näin myös *toimintakulttuurin muutosta* (Singh et al. 2007). Toisaalta FM-järjestelmien edut perustuvat monissa tapauksissa hyötyihin ja *lisäarvon* tuottamiseen, eivät yksinomaan kustannussäästöihin. Monet näistä hyödyistä ovat luonteeltaan vaikeasti mitattavia (kts. esim. Mieskonen 1988, Primrose 1996, Chan et al. 2001). Vaikka henkilöstösäästöt ovatkin tärkeimpiä joustavien valmistusjärjestelmien etuja, ei järjestelmien vuoksi kuitenkaan yleensä irtisanota henkilöstöä, vaan useimmiten kyseessä on kapasiteetin kasvattamiseen tähtäävä investointi (Sánchez 1996). Investoinnin kannattavuus vaatii myyntivolyymin kasvattamista verrattuna automatisoimattomaan vaihtoehtoon. Tätä kuvaa seuraava riippuvuus:

$$\frac{Myynti_2}{Kustannukset_2} > \frac{Myynti_1}{Kustannukset_1} \quad (1)$$

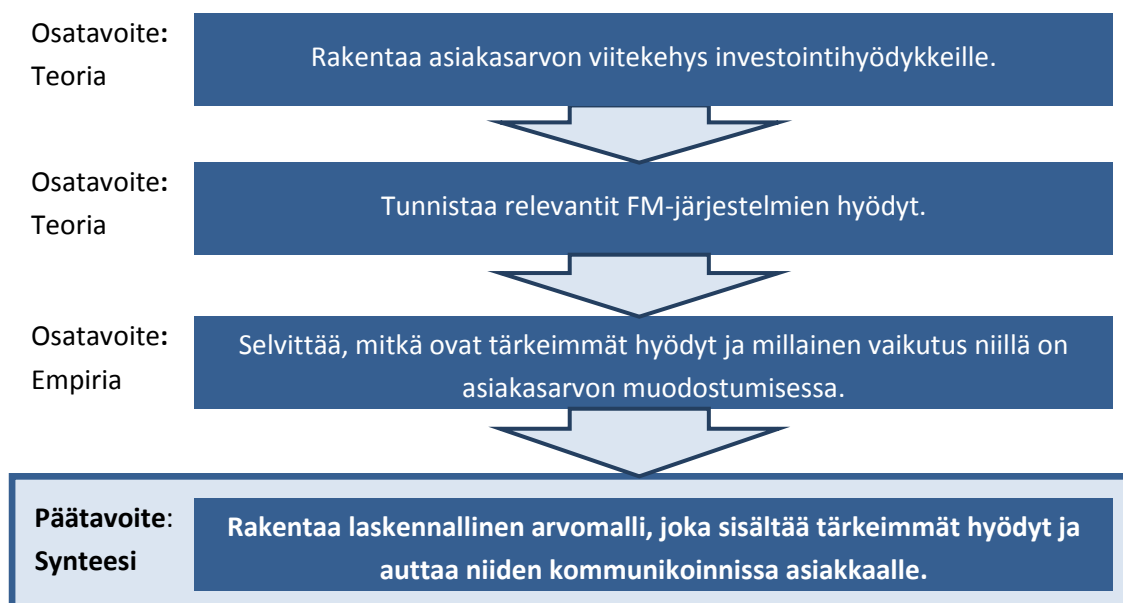
Volyymin kasvun lisäksi katetta kasvattavat myös suhteessa myyntiin laskevat kustannukset. Automatisointi kuitenkin kasvattaa usein investoinnin hankintahintaa, jolloin pääomakustannukset ovat korkeammat. Haasteena on perustella se, että saavutetut säästöt ja tuotettu lisäarvo ovat suuremmat kuin pääomakustannusten nousu. Toisaalta FM-järjestelmien avulla tavoitellaan usein myös lean-tuotantoa (Lee 1996, Small 2007). Tällöin lisätuloihin ei välttämättä pyritä kasvattamalla koneiden käyttöastetta; tavoitteena on pikemminkin tuotannon joustavuuden parantaminen esimerkiksi tuotannon eräkokoja pienentämällä. Tällöin investointilaskelmien laatiminen voi olla vielä haastavampaa, sillä monet joustavuuden hyödyt ovat vaikeasti mitattavia.

Joustaviin valmistusjärjestelmiin liitetyillä työstökoneilla voidaan ajaa enemmän miehittämätöntä tuotantoa kuin yksittäisillä koneilla. Tällöin kyseessä ovat suorat hyödyt, joiden rahallinen arviointi on yksiselitteistä, sillä tuotantomäärät kasvavat henkilöstökustannusten pysyessä entisellään. Työstökoneiden automatisoinnin on havaittu muun muassa vähentävän asetusaikoja ja näin mahdollistavan pientenkin eräkokojen valmistamisen tehokkaasti. Pienten eräkokojen aikaansaamat hyödyt ovat kuitenkin epäsuoria: ne ilmenevät esimerkiksi vähentyneenä keskeneräisenä tuotantona. Muun muassa edellä mainitut parannukset yhdessä voivat lyhentää valmistettavien tuotteiden toimitusaikaa. Toimitusajan lyheneminen on vaikeasti mitattava hyöty, jolla voi olla positiivinen vaikutus myyntiin. Rahallisen arvon määrittäminen lyhentyneelle toimitusajalle voi kuitenkin olla haastavaa. (kts. esim. Lakso 1998, Lakso et al. 1991, Swann & O’Keefe 1993, Lee 1996, Hoffman & Orr 2005, Hallila 2007)

### 1.3. Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset

FM-järjestelmiä on käsitelty kirjallisuudessa sekä erillään, että yhteydessä muihin *edistyneen valmistusteknologian (Advanced Manufacturing Technology, AMT)* ratkaisuihin. Teknisten seikkojen lisäksi on tarkasteltu järjestelmien hyötyjä ja FM-järjestelmäinvestointien kannattavuuden määrittämistä erilaisin arviointimenetelmin. (kts. esim. Lakso 1988, Swann & O’Keefe 1993, Lee 1996, Primrose 1996, Chan et al. 2001, Hallila 2007, jne.) Suoranaisia FM-järjestelmien asiakasarvoa käsitteleviä tutkimuksia ei kuitenkaan ole tämän diplomityön kirjallisuuskatsauksen perusteella aiemmin tehty. Tämä tutkimus pyrkii osaltaan täyttämään aukkoa tutkimuksessa tarkastelemalla FM-järjestelmien asiakasarvon muodostumista ja sen kommunikointia asiakkaille.

Diplomityön päätavoite on laatia laskennallinen arvomalli, joka sisältää tärkeimmät FM-järjestelmien hyödyt ja auttaa niiden kommunikoinnissa asiakkaalle. Päätavoitetta tukevat osatavoitteet. Työn osatavoitteet ja niiden yhteys päätavoitteeseen on esitelty seuraavassa kuvassa.



**Kuva 1.1:** Diplomityön tavoitteet

Teoriakatsauksella on kaksi tavoitetta: laatia yleinen asiakasarvon viitekehys investointihyödykkeille ja tunnistaa relevantit FM-järjestelmien hyödyt. Teoriakatsauksen pohjalta suunnitellaan empiirisen osuuden toteutus. Empiirisen osuuden tavoitteena on selvittää, mitkä ovat tärkeimmät FM-järjestelmien asiakasarvon komponentit, ja millainen vaikutus niillä on asiakasarvon muodostumiseen. Empiirisessä osuudessa myös tarkastellaan muodostuuko FM-järjestelmien asiakasarvo siten, kuin teoriaosuuden perusteella voidaan olettaa. Teoriakatsaukseen ja empiirisen osuuden tuloksiin pohjautuen rakennetaan relevantit FM-järjestelmien hyödyt sisältävä laskennallinen asiakasarvomalli eli täytetään työn päätavoite.

Työn teoriaosuuden asiakasarvotarkastelu on periaatteessa yleispätevä. Ensin kehitetään yleinen kontekstista riippumaton asiakasarvomalli, jonka jälkeen sitä sovelletaan investointeihin sekä lopulta FMS-investointeihin. Asiakasarvomallin viitekehys rakennetaan kuitenkin *investointihyödykkeitä* varten. Teoriassa malli soveltuu myös muiden hyödykkeiden arviointiin, mutta tällaisiin tilanteisiin sitä ei ole suunnattu. Arvomallin asiakasarvotarkastelussa FM-järjestelmiä verrataan korvaaviin ratkaisuihin – pääasiassa integroimattomiin työstökoneisiin. Asiakasarvotarkastelu on siis osin suhteellinen. Rakennettavan arvomallin avulla myös vertailukohdasta riippumattoman asiakasarvon määrittäminen on kuitenkin mahdollista.

#### 1.4. Tutkimusmetodologia, -menetelmät ja aineisto

Tämä tutkimus on luonteeltaan soveltava. Soveltavan tutkimuksen ongelma on rajattu ja sen tavoitteena on pelkän uuden tieteellisen tutkimustiedon luomisen sijaan tuoda myös suoraa hyötyä kohdeorganisaatiolle (Saunders et al. 2009, s. 9). Tutkimusfilosofian suhteen ei tehdä tarkkaa rajausta tai valintaa, vaan tutkimus etenee pragmaattisesti. Pragmaattisessa tutkimusotteessa menetelmät valitaan tarpeen mukaan siten, että ne palvelevat tutkimusta ja sen päämääriä parhaalla mahdollisella tavalla (Saunders et al. 2009, ss. 109–110). Kuten edellä ilmeni, tutkimuksessa on käytännössä kaksi vaihetta: teoriaosuus ja empiirinen osuus. Teoriaosuudessa rakennetaan asiakasarvon teoreettinen viitekehys, ja empiirisen osuuden aikana viitekehystä muokataan siten, että se vastaa todellista tilannetta mahdollisimman tarkasti. Kyseessä on siis eräänlainen teorian rakentamis- ja testausprosessi.

Tutkimuksen empiirisessä osuudessa järjestetään puolistrukturoituja asiakashaastatteluja case-yritys Fastems Oy Ab:n asiakkaille. Puolistrukturoidut haastattelut ovat tarkoitukseen sopivia, sillä informaatiotarpeesta on teoriaosuuden perusteella muodostettu selkeä käsitys. Muita vaihtoehtoja olisivat standardisoidut ja avoimet haastattelut. (kts. Saunders et al. ss. 320 – 324) Standardisoidut haastattelut eivät ole tarkoituksenmukaisia, sillä haastateltavien halutaan kertovan mielipiteitään ja näkemyksiään vapaasti. Toisaalta täysin avoimetkaan haastattelut eivät tule kysymykseen, sillä haastattelujen halutut teemat ovat etukäteen suhteellisen tarkasti selvillä. Haastattelujen suunnittelussa on käytetty Saunders et al.:n (2009) esittämää rakennetta. Haastatteluprosessi etenee pääpiirteittäin seuraavasti:

1. Pohjatietoihin ja teoriaan tutustuminen
2. Tietotarpeiden selvittäminen ja kysymysrunгон rakentaminen
3. Yhteydenotot haastateltaviin
4. Haastattelut ja dokumentointi
5. Tulosten analysointi
6. Palaute haastateltaville

Haastattelut jakautuvat sisäisiin ja ulkoisiin haastatteluihin. Sisäisissä haastatteluissa pyritään selvittämään Fastemsin tietotarpeita ja mielipiteitä asiakasarvosta. Lisäksi tiedustellaan myyntihenkilöstön mielipiteitä asiakashaastatteluihin pyydettyjen asiakkaiden valinnasta. Ulkoiset haastattelut eli asiakashaastattelut ovat diplomityön ydin. Niissä selvitetään muun muassa, mitkä tekijät ovat vaikuttaneet asiakkaiden investointipäätöksiin, ja millainen vaikutus investoinnilla on ollut heidän kilpailukykyynsä ja tuotantonsa.

Empiirisen osuuden yhteydessä toteutetaan myös Internet-kysely, jossa vastaavia asioita kysytään laajemmalla asiakaskunnalla kuin haastatteluissa. Kyselyssä kysymykset ovat pääosin monivalintakysymyksiä, joten kerättävä informaatio on luonteeltaan yksinkertaista ja suuntaa antavaa. Avointen vastausten määrän odotetaan jäävän alhaiseksi. Kyselyn haasteen muodostaa suoran asiakaskontaktin puute: mikäli kysymykset on laadittu puutteellisesti, ei niitä ole enää mahdollista muotoilla uudelleen. Vaikutus vastausprosenttiin ja vastausten laatuun on siis välitön. Kyselyn luotettavuus onkin haastatteluja vahvemmin riippuvainen etukäteissuunnittelusta. Kyselyyn otettavia kysymyksiä ja niiden avulla kerättävää dataa analysoidaan Saunders et al.:n (2009, s. 368—371) datavaihtumustaulukon avulla. Analyysiin kuuluvat seuraavat vaiheet:

1. Kysymys: mitä kysytään?
2. Syy: miksi kysytään?
3. Kerättävän datan tyyppi: millaista dataa kysymyksen avulla tuotetaan?
4. Datan analysointitaso: kuinka dataa tullaan analysoimaan ja muokkaamaan?
5. Ongelmakohtia: liittyykö kysymykseen esimerkiksi jotain sen luotettavuutta tai kyselyn vastausprosenttia laskevaa?

Kaikkia ongelma-kohtia ei luonnollisesti voida poistaa, sillä muutokset voivat tuoda mukanaan uusia ongelmia. Alkuperäisenä ongelmana voi olla se, että kysymyksissä kysytään liian yksityiskohtaista tietoa. Tällöin osallistujalta vaaditaan taustatyötä, eikä moni ole siihen välttämättä valmis, sillä taustatyö voi kasvattaa vastaamisajan kohtuuttomaksi. Toisaalta jos kerättävän datan monimutkaisuutta vähennetään, voi datan alkuperäinen keräystarve jäädä toteutumatta ja tämän seurauksena kysymys muuttuu käytännössä turhaksi. Ääripäiden väliltä on siis löydettävä sopiva kompromissi.

Haastattelujen ja kyselyn perusteella pyritään selvittämään miten asiakkaat FM-järjestelmiään käyttävät ja mitä hyötyjä he arvostavat. Toisin sanoen selvitetään asiakasarvon tärkeimpiä komponentteja ja sitä, miten arvo on asiakkaiden mielestä toteutunut. Tarkastellun teorian ja empiirisen osuuden tulosten perusteella rakennetaan asiakasarvomalli sekä investointilaskelmaan perustuva myyntityökalu, jonka avulla asiakasarvo on arvioitavissa ja kommunikoitavissa. Asiakasarvoanalyysissä käytettäviin työkaluihin tutustutaan luvussa *Asiakasarvo*. Myyntityökalun rakennusprosessissa hyödynnettäviä menetelmiä esitellään luvussa *Investointien arviointi*. Empiirisen vaiheen

toteutusta sekä haastattelujen ja kyselyn sisältöä käsitellään tarkemmin tulosten läpikäynnin yhteydessä.

Tutkimuksessa käytettävä aineisto koostuu muun muassa tieteellisistä artikkeleista, tutkimusraporteista sekä kirjallisuudesta. Aineisto jakautuu pääasiassa kolmeen eri osa-alueeseen noudatellen tutkimuksen teoriasisältöä:

1. Myynti- ja markkinointi
2. Investointilaskenta ja -päätökset
3. Tuotantoteknologiat ja -strategiat

Asiakasarvoa on käsitelty myyntiin ja markkinointiin keskittyvissä julkaisuissa. Investointilaskelmia sekä erilaisia lähestymistapoja kustannusten ja tuottojen määrittämiseen tarkastellaan investointilaskentaan ja -päätöksiin liittyvissä julkaisuissa. Investointilaskelmien perusteiden osalta työ nojaa laskentatoimen perusteoksiin. Tuotantoteknologioita ja -strategioita käsittelevistä julkaisuista etsitään muun muassa informaatiota FM-järjestelmien käytöstä ja hyödyistä. Mainittakoon, että FM-järjestelmiä koskeva tutkimus painottuu 1980- ja 1990-luvun vaihteeseen, joten lähdemateriaali on osin suhteellisen iäkäästä (kts. esim. Raafat 2002).

Lähdemateriaaliin sisältyy luonnollisesti myös näitä osa-alueita yhdisteleviä lähteitä, joita käytetään mahdollisuuksien mukaan. Kirjallisuuskatsausta ei varsinaisesti rajata koskemaan tiettyjä julkaisuja, vaan aineistoa haetaan muun muassa artikkelitietokannoista ja kirjastojen tietokannoista soveltuvin hakusanoin.

## 1.5. Työn rakenne

Varsinainen johdannon jälkeinen kirjallinen esitys koostuu kahdesta päävaiheesta – teoriasta ja tutkimustuloksista – tutkimuksen vaiheita noudatellen.

Teoriakatsaus jakautuu kolmeen lukuun. Kronologisessa järjestyksessä nämä ovat *Asiakasarvo*, *Investointien arviointi* ja *Joustavat valmistusjärjestelmät*. Luvussa *Asiakasarvo* tarkastellaan sitä, miten asiakasarvoa on olemassa olevissa tutkimuksissa käsitelty. Tämän perusteella rakennetaan tässä työssä sovellettava asiakasarvon viitekehys. Luvun pääasiallisena tarkoituksena on rakentaa viitekehys asiakasarvon käsittelylle B2B-markkinoilla. Investointien vertailua ja investointipäätösten perustelua käsitellään luvussa *Investointien arviointi*. Luvun päätteeksi esitetään, miten edellä rakennettua asiakasarvomallia voidaan soveltaa investointien asiakasarvon määrittämiseen. Tästä jatketaan edelleen lukuun *Joustavat valmistusjärjestelmät*, jossa esitellään joustavien valmistusjärjestelmien tunnusomaisia piirteitä sekä tarkastellaan niistä seuraavia hyötyjä ja järjestelmien käyttötapoja. Lopuksi arvomallia sovelletaan joustaviin valmistusjärjestelmiin kohdistuviin investointeihin.

Tulosten käsittely jakautuu neljään lukuun. Nämä ovat *Fastems Oy Ab, Asiakastutkimus, Joustavien valmistusjärjestelmien asiakasarvo* ja *Päätelmät*. Ensimmäisenä mainitussa esitellään Fastemsin FMS-ratkaisujen perusteet sekä niiden kanssa kilpailevat ratkaisut ja tutustutaan henkilöstöhaastattelujen tuloksiin. Luvussa *Asiakastutkimus* tarkastellaan millaisia tuloksia asiakashaastatteluista ja kyselystä saatiin. Luvussa *Joustavien valmistusjärjestelmien asiakasarvo* käydään läpi, mitä elementtejä lopulliseen arvomalliin sisällytetään ja miten eri asiakastyypit kokevat FM-järjestelmien asiakasarvon. Lisäksi käydään läpi myyntityökalun rakentamisprosessi. Viimeisessä luvussa kootaan yhteen tutkimuksen teoreettisen ja empiirisen osuuden tulokset ja esitetään toimenpidesuosituksia sekä jatkotutkimustarpeita.

## 2. ASIAKASARVO

### 2.1. Arvon käsite

Termiä arvo käsitellään usein sitä tarkemmin määrittelemättä. Esimerkiksi taideteoksella on arvo eli hinta, joka siitä ollaan valmiita maksamaan. Toisaalta eettiset arvot ohjaavat useimpien yksilöiden päivittäistä toimintaa. Matematiikan saralla tietyllä muuttujalla voi olla arvo, joka on ilmaistavissa numeerisesti. Myös yritysmaailmassa arvon käsitettä käytetään yleisesti. Arvoa on käsitelty liike-elämään liittyvän tutkimuksen yhteydessä jo kauan. Esimerkiksi tuotteen tietä raaka-aineista kuluttajalle kutsutaan arvoketjuksi (*value chain*). Tällöin voidaan tarkastella kuinka paljon jalostusarvoa toimitusketjun kukin osa tuottaa (kts. esim. Porter 1996). Nykypäivän verkostoituneessa yritysmaailmassa arvoketjun sijaan puhutaan myös arvoverkostosta (*value network*) (Kotler & Keller 2012, ss. 56—57). Jalostusarvo voidaan määritellä yksikäsitteisesti. Yksinkertaistettuna jalostusarvo määräytyy seuraavasti (Tilastokeskus 2012):

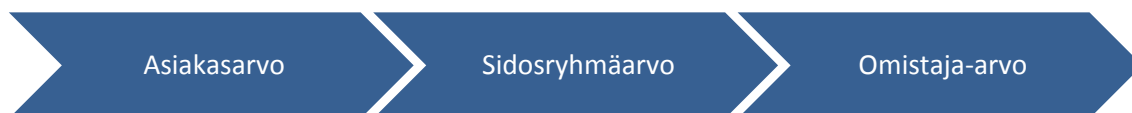
$$\text{Jalostusarvo} = \text{myyntihinta} - \text{ostot} \quad (2)$$

Jalostusarvo kertoo, miten paljon yritys on prosessiensa ja henkilöstönsä avulla lisännyt tuotteen rahallista arvoa. Henkilöstökustannukset eivät sisälly ostoihin, joten henkilötyö lisää jalostusarvoa. Kuten havaitaan, jalostusarvon käsite on määritelty yksikäsitteisesti. Jalostusarvolle voidaan käytännössä aina määrittää rahallinen arvo. Yrityksen tuotannon tavoitteena on usein luoda mahdollisimman paljon jalostusarvoa tuotettua yksikköä kohden. Toisaalta samanaikaisena tavoitteena voi olla myös minimoida henkilöstökustannukset, jolloin jalostusarvo voi itse asiassa näyttäytyä pienempänä. Jalostusarvo soveltuu huonosti palveluita sisältävän tarjoaman arviointiin.

Asiakasarvo ei ole käsitteenä yhtä yksinkertainen. Sille ei ole olemassa yksikäsitteistä oppikirjamääritelmää, vaan erilaisia määritelmiä ja näkökantoja on runsaasti, kuten myöhemmin huomataan. Jalostusarvon ohella asiakasarvonkin voidaan tulkita koostuvan kustannus- ja tuottoelementeistä. Asiakasarvo on kuitenkin tarve- ja preferenssiriippuvainen: se ei ole jokaiselle taholle sama. (kts. esim. Ulaga 2006, Anderson et al. 2009) Kyseessä on siis suhteellinen arvo, jota ei voida käytännössä absoluuttisesti mitata. Uunin asiakasarvo voi olla leipurille hyvin suuri, mutta kuljetusyritykselle uunin arvo on todennäköisesti yhtä suuri kuin sen myyntihinta. Kuljetusyritys ei yleensä voi käyttää uunia jalostusarvon luomiseen. Jalostusarvon ja asiakasarvon välillä on siis joissakin tapauksissa yhteys.

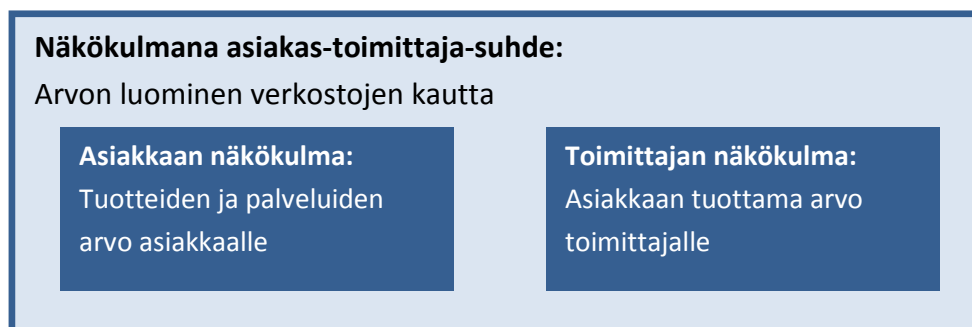


Valmistavan yrityksen tuotantoprosessin tarkoituksena on muun muassa tuottaa jalostusarvoa. Toisaalta yrityksen perusajatus on tuottaa varallisuutta omistajilleen (*shareholder value*). Tämän perinteisen kapitalistisen käsityksen lisäksi on toki olemassa muitakin näkökulmia. Laajalti käytetty termi on *sidosryhmäarvo* (*stakeholder value*), jonka toteutumiseksi yrityksen tulee olla hyödyllinen kaikille sidosryhmilleen: esimerkiksi henkilöstölle, asiakkaille ja yhteiskunnalle. (Woodruff 1997, Anderson et al. 2009, ss. 10–11, ym.) Tilannetta on havainnollistettu alla.



Sidosryhmäarvon komponenteista asiakasarvolla on erityinen rooli: sen voidaan tulkita olevan muiden sidosryhmäarvojen lähde (kts. esim. Anderson et al. 2009, Busacca et al. 2008). Toisaalta omistaja-arvo on muiden sidosryhmäarvojen seurausta. Asiakasarvon luominen siis mahdollistaa kannattavan yritystoiminnan, sillä yritystoiminnan voitot tulevat useimmiten asiakkaalta – tarkemmin onnistuneiden asiakassuhteiden kautta. (Grönroos 2007, ss. 9–10)

Seuraavissa alaluvuissa tarkastellaan, millaisista näkökulmista asiakasarvoa on tieteellisissä julkaisuissa tähän mennessä tarkasteltu ja millaisiin johtopäätöksiin on päädytty. Ennen tätä on kuitenkin syytä rajata käsittelyn laajuutta ottamatta vielä tarkemmin kantaa asiakasarvon sisältöön. Päätasolla asiakasarvoa voidaan käsitellä kolmesta näkökulmasta (Uлага 2001, Gil-Saura et al. 2009), kuten seuraavasta kuvasta käy ilmi.



**Kuva 2.1:** Lähestymistapoja asiakasarvoon (Uлага 2001, Gil-Saura et al. 2009)

### 1. Miten yrityksen tarjoama luo asiakkaalle arvoa?

Muun muassa tähän kysymykseen pyrkii antamaan vastauksen asiakkaan näkökulmaa tarkasteleva lähestymistapa, joka ottaa kantaa myös siihen, miten ja millaisena asiakkaat arvon kokevat. Panostamalla tästä näkökulmasta tehtävään asiakasarvotutkimukseen yritys voi muun muassa kehittää tarjoamaansa.

### 2. Mikä on yrityksen asiakkuuksien yhteenlaskettu arvo (*customer equity*)?

Asiakkuuksien arvolla tarkoitetaan asiakkaiden arvoa toimittajalle. Kuinka asiakkuuksia kannattaa hallita ja kuinka asiakkaat tulee valita? Kaikki asiakkaat eivät

ole toimittajalle yhtä kannattavia. Voi siis olla tilanteita, joissa toimittajan täytyy – tai se voi – valikoida asiakkaitaan.

### 3. Kuinka toimittaja ja asiakas voivat yhdessä parantaa kannattavuuttaan?

Verkostot ja partnership-toiminta ovat nykypäivänä kiinteä osa liike-elämää. Asiakas-toimittaja-suhteen näkökulmasta tarkasteltuna asiakasarvo on edellisten yhdistelmä. Tavoitteena on siis maksimoida sekä asiakkaan että toimittajan kokemus arvo. Kestävimpiä yhteistyösuhteita ovat ne, jotka ovat kannattavia molemmille osapuolille.

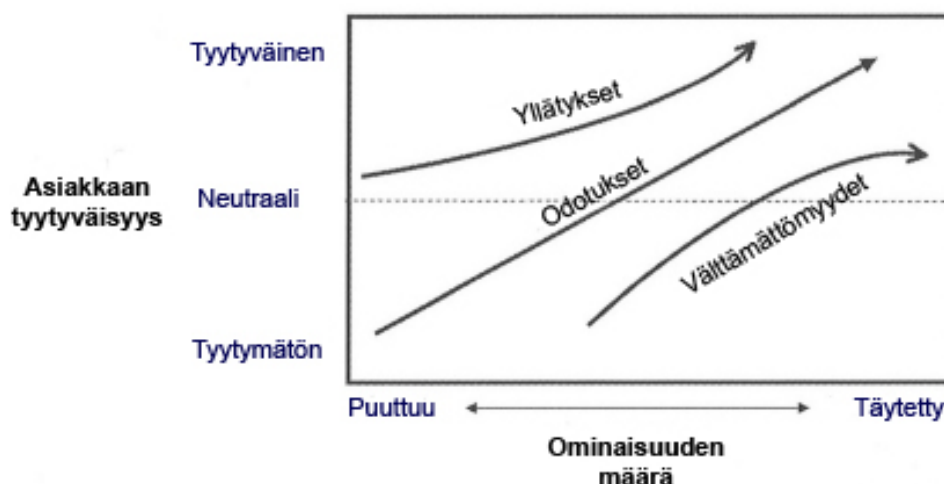
Tämän diplomityön kannalta ei ole ongelmallista valita asiakasarvon käsittelyn näkökulmaa. Tutkimuksen kohderyhmään ei voida soveltaa asiakas-toimittajanäkökulmaa, sillä kyseessä ei ole tiivis partnership-toiminta. Osa kohderyhmään kuuluvista asiakkaista on käytännössä transaktio-asiakkaita. Myöskään toimittaja-näkökulma ei sovellu tutkimukseen. Tähän on syynä se, että lähtökohtana ovat nimenomaan asiakkaan kokemukset: asiakaskohtaiseen kannattavuuteen ei tutkimuksessa oteta kantaa. Näin ollen käsittelynäkökulmaksi valikoituu asiakkaan näkökulma asiakasarvoon.

Kuten huomataan, arvo on konseptina hyvin monitahoinen ja sitä on käytetty varsin huolimattomasti. Jatkossa erilaiset sanan *arvo* sisältävät termit tulevat mainituiksi hyvin moneen kertaan, joten on syytä tarkentaa mistä on kyse. Tässä työssä käytetään aina termiä *asiakasarvo* kun kyseessä on asiakasarvo. Samaten esimerkiksi *jalostusarvon* tai *lisäarvon* ollessa kyseessä käytetään aina edellä mainittuja termejä. Termiä *arvo* käytetään, kun kyseessä ovat yleisluontoiset arvot, kuten *tavaran arvo* tai esimerkiksi henkilön *sosiaaliset arvot*. Sanan *arvo* muiden merkitysten käsittelyä pyritään selvyiden vuoksi välttämään ja käytetään vaihtoehtoisia termejä, jos se on mahdollista.

## 2.2. Asiakasarvo konseptina

### 2.2.1. Asiakkaan käsitykset

Asiakkaan käsitys tuotteesta tai palvelusta perustuu muun muassa *odotuksiin* (*desires*) ja *kokemuksiin* (*perceptions*). Mikäli odotukset ovat kokemuksia myönteisempiä, asiakas todennäköisesti pettyy. Kanon (1984, Waldenin 1993 siteeraamana) esittämän mallin mukaan asiakkaan käsityksiin vaikuttavat perustasolla *välttämättömyydet* (*dissatisfiers*), *odotukset* (*satisfiers*) ja *yllätykset* (*delighters*). Näitä on havainnollistettu seuraavassa kuvassa.



**Kuva 2.2:** Asiakkaan arvostuksen muodostuminen (Walden 1993, mukailleen Kano 1984)

Välttämättömyydet eivät paranna asiakkaan käsitystä tuotteesta, mutta niiden puuttuminen on kriittistä: esimerkiksi autossa on oltava jarrut. Odotukset ovat ominaisuuksia, joita asiakas osaa odottaa ja vaatia. Mitä suurempi sorvin lastuvirta on, sitä tyytyväisempi asiakas todennäköisesti on. Yllätykset ovat ominaisuuksia, joita asiakas ei osaa odottaa. Asiakas ei osaa olla tyytymätön niiden puuttuessa, mutta niiden olemassaolo on asiakkaalle positiivista. Harva osaa odottaa, että työvoimatoimiston asiakkaille tarjottaisiin pullakahvit, mutta moni voisi pitää siitä. (kts. Walden 1993) Yritys voi toimillaan vaikuttaa asiakkaan kokemusten lisäksi tämän odotuksiin. Mikäli asiakas ei tunnista kaikkia tarjoaman arvoa tuovia elementtejä, voidaan tämän tietämystä pyrkiä lisäämään. Kanon malli on esimerkki niin sanotusta asiakasarvon komponenttimallista (Khalifa 2004), vaikka sitä ei näin alun perin nimettykään. Komponenttimallit voivat toimia työkaluna esimerkiksi asiakkaan odotusten ja kokemusten analysoinnissa. Tällaiset mallit eivät ota varsinaisesti kantaa asiakasarvon koostumuksen analysointiin ja toteutuvan arvon mittaamiseen.

### 2.2.2. Asiakasarvon käsite

Vaikka arvo on pitkään ollut yksi markkinoinnin pääkäsitteistä, ei asiakasarvoa konseptina ole juurikaan käsitelty tieteellisessä tutkimuksessa ennen 1990-lukua. (Graf & Maas 2008, viitaten Holbrook 1994) Tämän jälkeen asiakasarvoa on tarkasteltu markkinointitutkimuksessa runsaasti (esim. Woodruff 1997, Lapierre 2000, Ulaga 2001, Khalifa 2004, Möller 2006, Anderson et al. 2009, Busacca et al. 2008, Rahikka et al. 2011, jne.) Asiakasarvon määritelmät sisältävät usein termejä kuten laatu, hyöty ja etu, jotka eivät myöskään ole yksikäsitteisesti määriteltyjä. (Panasuraman 1997) Huolimatta intensiivisestä tutkimuksesta tiedeyhteisö ei ole saanut määriteltyä asiakasarvolle laajalti hyväksyttyä konseptia. Ulaga (2001) on todennut:

”Teoreettisesta näkökulmasta kysymys siitä, kuinka asiakasarvon konsepti tulisi määritellä vaatii edelleen lisätutkimusta.”

Tilanne on edelleen sama. Käytännön tasolla on suhteellisen selvää, mistä asiakasarvo muodostuu. Sen mittaamiseen ja kuvaamiseen ei kuitenkaan ole esitetty yleisesti hyväksyttyjä työkaluja. Olemassa olevia asiakasarvon käsittelynäkökulmia yhdistävät kuitenkin monet seikat. Useimmat määritelmät keskittyvät taloudellisiin ja ei-taloudellisiin toimittaja-asiakas-suhteen seurauksiin. Myös asiakasarvon suhteellisuudesta vallitsee laajalti yhteisymmärrys. Koettu asiakasarvo riippuu siis kokijasta ja tämän mieltymyksistä. Lisäksi asiakasarvon muodostuminen muuttuu ajan kuluessa, joten pysyvän määritelmän luominen on vaikeaa. (Kts. esim. Flint & Woodruff 2001, Van der Haar et al. 2001, Khalifa 2004, Ulaga & Eggert 2006, Anderson et al. 2009, s. 10, Rahikka et al. 2011) Ulaga & Eggert (2006) ovat kiteyttäneet nämä periaatteet seuraavasti:

### **1. Arvo on suhteellinen käsite**

Esimerkiksi eri asiakassegmentit kokevat asiakasarvon eri tavoin. Toisaalta asiakasorganisaation sisälläkin voi olla erilaisia käsityksiä tuotteen tarjoamasta asiakasarvosta.

### **2. Arvo on hyötyjen ja uhrausten vaihtokauppa**

Asiakkaan kokema asiakasarvo määritellään usein asiakkaan saavuttamien hyötyjen ja tämän tekemien uhrausten erotuksena tai suhteena.

### **3. Hyödyt ja uhraukset saavat alkunsa eri lähteistä**

Hyödyt ja uhraukset voidaan kategorisoida monin tavoin. On käytetty esimerkiksi seuraavia jaotteluita: taloudelliset, tekniset, palvelulliset ja sosiaaliset (Anderson et al. 2009) sekä taloudelliset, strategiset ja sosiaaliset (Wilson & Jantrania 1994) hyödyt ja uhraukset.

### **4. Kilpailevat ratkaisut vaikuttavat arvon kokemiseen**

Asiakasarvon kokeminen on riippuvainen kilpailevista ratkaisuista: asiakasarvo määritetään suhteessa kilpailevaan tarjoamaan – jos sellainen vain on tarjolla.

Esitetyt periaatteet kuvaavat kirjallisuudessa esitettyjä asiakasarvon periaatteita varsin kokonaisvaltaisesti. Asiakas arvo on siis suhteellinen käsite: se riippuu sekä arvioijasta että tilanteesta. Siihen vaikuttavat arvioijan tavat hyödyntää tarkasteltavaa ratkaisua, vaihtoehtoiset tarjolla olevat ratkaisut, sekä arvioijan *arvomaailma*. (kts. Panasuraman 1997, Ulaga 2001)

Yllä esiteltyyn perustuen määritellään tässä työssä käytettäviä asiakasarvoa kuvaavia termejä. Nyt otetaan käyttöön termit *hyöty* (*benefit*) ja *uhraus* (*sacrifice*). Hyödyt ovat esimerkiksi taloudellisia tai sosiaalisia etuja, joita asiakas kokee tuotteen tai palvelun avulla saavuttavansa. Toisaalta uhraukset ovat esimerkiksi rahallisia tai ajallisia kustannuksia, joita saman ratkaisun käytöstä aiheutuu. Nämä termit liittyvät tiiviisti toiseen asiakasarvon lähestymistapaan, hyöty-uhraus-malliin. Tällaiset mallit ottavat kantaa sii-

hen, mitä asiakas todellisuudessa saavuttaa ja menettää hankkiessaan arvioitavan ratkaisun. (kts. esim. Khalifa 2004, Ulaga 2006)

### 2.2.3. Asiakasarvon määritelmä

Asiakasarvo määritellään usein hyötyjen ja uhrausten erotuksena (kts. Panasuraman 1997, Flint & Woodruff 2001, Khalifa 2004). Toisaalta myös vaihtoehtoisia tulkintoja on esitetty. Esimerkiksi Anderson et al. (2009, ss. 6—7) toteavat, että kustannukset ja muut uhraukset eivät vaikuta asiakasarvoon. Sen sijaan asiakkaan päätöstä ohjaa saavutettavan arvon ja aiheutuvien kustannusten erotus. Tällöin asiakasarvoksi ymmärretään tuotteen hyötyjen summa hyötyjen ja uhrausten erotuksen sijaan. Asiakasarvoa voidaan tarkastella myös hyötyjen ja uhrausten suhteena. Tätä näkökulmaa ovat esitelleet muun muassa Busacca et al. (2008) sekä Rosendahl (2009). Tässä työssä vaihtoehtoisiin näkökulmiin ei tutustuta tarkemmin, sillä käsittelynäkökulmaksi valitaan useammin käytetty hyötyjen ja kustannusten erotus.

Arviointihetkestä riippuen voidaan käyttää termejä *odotettu asiakasarvo* (*desired value*) ja *koettu asiakasarvo* (*perceived value*). Myös termiä *saavutettu asiakasarvo* (*received value*) on käytetty usein. Odotetulla asiakasarvolla tarkoitetaan useimmissa tapauksissa sitä arvoa, jota asiakas ennen tuotteen tai palvelun hankkimista odottaa saavuttavansa. Asiakkaan odotukset voivat muuttua ajan kuluessa, joten arvo ei ole edes subjektiivisella tasolla muuttumaton. (Woodruff 1997, Flint & Woodruff 2001, Anderson et al. 2009) Koettua ja saavutettua asiakasarvoa käytetään usein toistensa synonyymeinä. Niillä tarkoitetaan asiakasarvoa, joka asiakkaan kokemusten mukaan toteutui tämän hankittua ja hyödynnettyä tuotetta tai palvelua. (kts. esim. Flint et al. 1997, Flint & Woodruff 2001, Van der Haar et al. 2001, Ulaga 2006)

Esiteltujen näkökulmien pohjalta valitaan tässä työssä käytettävät termit ja niiden määritelmät siten, että ne ovat mahdollisimman hyvin linjassa kirjallisuuden kanssa. Määritellään ensin karkeasti asiakasarvon käsite hyötyjen ja uhrausten kautta:

Asiakasarvo on asiakkaalle koituvien hyötyjen ja uhrausten erotus.

Käyttöön otetaan myös tarkentavat termit *odotettu asiakasarvo* ja *koettu asiakasarvo*. Asiakasarvon mittaamisen ja kuvaamisen suhteen termit ovat muuten toisiaan vastaavia, mutta niitä erottaa tarkasteluhetki. Termit määritellään kuten Woodruff (1997): *odotettu asiakasarvo* kuvaa sitä, mitä asiakas tuotteelta tai palvelulta odottaa ennen ostopäätöstä. *Koettu asiakasarvo* taas sitä, mitä asiakas lopulta mielestään saa. Tarkasteluhetkien erottelu on syytä tehdä, sillä eri hetkillä asiakkaat arvostavat eri asioita. Woodruffin (1997) mukaan asiakkaat keskittyvät ostopäätöstä harkitessaan erilaisten muuttujien arviointiin kuin käytönaikaisessa arvioinnissa. Haasteena onkin se, että *odotettu* ja *koettu* asiakasarvo eivät ole todellisuudessa vertailtavissa, mikäli hankintaa ja toteumaa arvioi-

daan eri näkökulmista (Panasuraman 1997). Esimerkiksi tuotantolaitteinvestoinneissa tarkastellaan etukäteen usein vain tuotantolukuja ja määritetään kannattavuus niiden perusteella. Käytönaikaisessa arvioinnissa käytettävyys (*usability*, vrt. *tekninen termi availability*) voi olla suuremmassa roolissa kuin etukäteisarvioinnissa, sillä käytettävyyden merkitystä on vaikea käsitellä taloudellisesta näkökulmasta.

## 2.3. Asiakasarvon havainnollistaminen

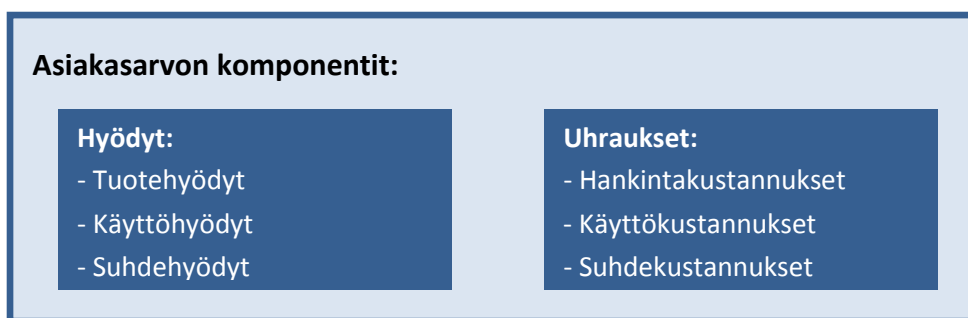
### 2.3.1. Hyödyt ja uhraukset – asiakasarvon komponentit

Tässä diplomityössä hyödyt ja uhraukset määritellään seuraavasti. *Hyödyt* ovat tuotteen, palvelun, tai niiden yhdistelmän ominaisuuksia, jotka vaikuttavat asiakkaan ostopäätökseen positiivisesti. *Uhraukset* ovat vastaavasti ominaisuuksia, jotka asiakas kokee negatiivisiksi. Teoriassa asiakas pyrkii kaikissa tilanteissa maksimoimaan kokemansa hyödyt ja minimoimaan uhraukset tai vaihtoehtoisesti maksimoimaan niiden erotuksen. Hyödyille ja uhrauksille tai niiden osakomponenteille ei ole esitetty yleisesti hyväksyttyä ryhmittelytapaa. Niitä on käsitelty muun muassa seuraavista näkökulmista:

<b>Anderson et al. 1993</b>	• Hyödyt jakautuvat taloudellisiin, teknisiin, palvelullisiin ja sosiaalisiin. Uhrauksena ovat kustannukset.
<b>Wilson &amp; Jantrania 1994</b>	• Hyödyt voidaan luokitella taloudellisiin, strategiaan ja sosiaalisiin.
<b>Lapierre 2000</b>	• Hyödyt ja uhraukset ovat jaoteltavissa tuotetekijöihin, palvelutekijöihin ja suhdetekijöihin.
<b>Grönroos 2007, ss. 147 - 148</b>	• Uhraukset ovat suoria tai epäsuoria (taloudellisia) sekä psykologisia.
<b>Suomala et al. 2011, ss. 318 - 319</b>	• Hyödyt jakautuvat taloudellisiin, toiminnallisiin ja psykologisiin. Uhrauksena ovat kustannukset.

**Kuva 2.3:** Näkökulmia hyötyjen ja uhrausten osakomponentteihin

Kuten havaitaan, käsittelytapojen lähtökohdat ovat hyvin erilaisia. Osa määrittelyistä luokittelee hyödyt ja uhraukset samoihin kategorioihin (esim. Lapierre 2000), toiset jakavat ne eri luokkiin (esim. Suomala et al. 2011). Hyötyjen ja uhrausten komponentit on siis usein jaoteltu joko tarjoaman perusteella (tuotteet ja palvelut) tai mitattavuuden ja havainnoitavuuden perusteella (taloudelliset, strategiset, sosiaaliset ja psykologiset). Tässä tutkimuksessa ei valita mitään näistä määrittelytavoista kokonaisuutena, vaan rakennetaan edellä mainittujen tekijöiden avulla tähän työhön parhaiten sopiva konsepti, jossa asiakasarvon komponentit valitaan seuraavasti.



**Kuva 2.4:** Asiakasarvon komponentit

Määritelmä pohjautuu Lapierrin (2000) esittämään jaotteluun mukautettuna siten, että konteksti soveltuu paremmin investointihyödykkeisiin. Tässä tuotehyödyt ovat hyötyjä, jotka asiakas saavuttaa hankkimalla tuotteen. Hyödyt ovat seurausta tuotteen ominaisuuksista, eivätkä ne ole merkittävästi riippuvaisia tuotteen käyttötavoista. Käyttöhyödyt ovat hyötyjä, joita asiakas saavuttaa tuotteen elinkaaren aikana. Ne voivat liittyä esimerkiksi tarjoamaan sisältyviin palveluihin tai muihin tuotteen elinkaaren aikana ilmeneviin kilpailevaa ratkaisua enemmän arvoa tuottaviin ominaisuuksiin. Käyttöhyödyt ovat tuotehyötyjä vahvemmin riippuvaisia asiakkaan valitsemista käyttötavoista. Molemmilla edellä mainituilla tekijöillä on suoria tai epäsuoria taloudellisia vaikutuksia.

Uhrauksien oletetaan koostuvan pääosin asiakkaan rahallisista panoksista hankintahetkellä sekä elinkaaren aikana. Uhraukset ovat siis yhtä kuin kokonaiskustannukset asiakkaalle. Näiden rahallisesti mitattavien seikkojen lisäksi tunnistetaan, että asiakasarvoon vaikuttavat myös sosiaaliset tekijät. Sosiaaliin tekijöihin kuuluu esimerkiksi kommunikoinnin helppous, joka vaikuttaa ajallisiin panoksiin ja näin ollen myös kustannuksiin. (kts. Lapierre 2000) Kustannusvaikutusta on kuitenkin vaikea määrittää. Tässä työssä vaikeasti määritettävissä olevia hyötyjä ja kustannuksia nimitetään suhdehyödyiksi ja -uhrauksiksi. Niitä ei ole tarjoamassa hinnoiteltu, eikä niiden mahdollisia hyötyjä ole välttämättä mahdollista argumentoida yksikäsitteisesti.

### 2.3.2. Asiakasarvon esitystapa

Asiakasarvon kuvaamiseen on esitetty monia vaihtoehtoisia näkökulmia. Esimerkiksi Busacca et al. (2008), Suomala et al. (2011, ss. 318—319) ja Rosendahl (2008, ss. 24—25) ovat kaikki esittäneet oman viitekehyksensä. Kaikki nämä viitekehykset pohjautuvat hyöty-uhraus malliin, vaikka käsittelyssä käytetyt termit eivät olekaan yhteneviä. Seuraavassa kuvassa on esitetty Suomala et. al:n (2011) tapa kuvata asiakasarvoa.





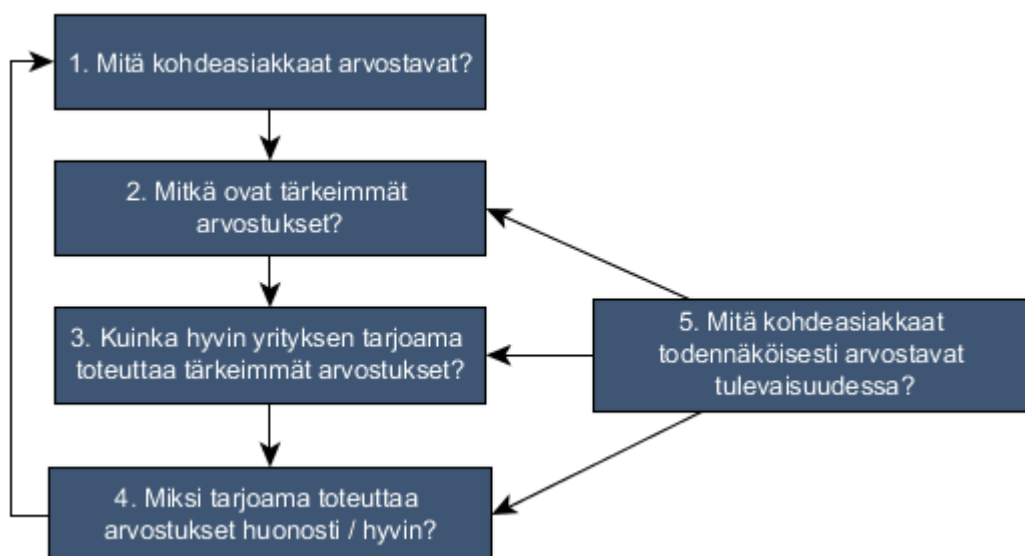
## 2.4. Asiakasarvon selvittäminen ja viestiminen

### 2.4.1. Asiakasarvotutkimukset

Asiakasarvotutkimus kuuluu suurempaan kokonaisuuteen, markkinatutkimukseen. Asiakasarvotutkimus erotetaan omaksi markkinatutkimuksen osakseen ja siitä käytetään erilaisia termejä (engl. esim. CVA, *Customer Value Assessment*; CVE, *Customer Value Evaluation* ja CSM, *Customer Satisfaction Measurement*). (Woodruff 1997, Panasuraman 1997, Anderson et al. 2009) Tässä diplomityössä asiakasarvotutkimus ymmärretään laajempänä kokonaisuutena, sillä aiemmin huomattiin asiakasarvon olevan suhteellinen käsite, sillä arvo voi riippua muun muassa kilpailevista tuotteista. Näin ollen myös asiakasarvotutkimus voidaan jakaa kahteen osaan: oman tarjoaman *asiakasarvoanalyysiin* ja *kilpailija-analyysiin*. Tutkimuksen kaksi näkökulmaa ovat siis seurausta asiakasarvon määritelmästä.

Asiakasarvotutkimusten tavoitteena on selvittää, mitä asiakas tuotteessa tai palvelussa arvostaa. Tutkimusten perusteella yritys voi esimerkiksi luoda niin sanottuja joustavia tarjoamia, jotka kustomoidaan segmenttiperusteisesti. Asiakas ei yleensä halua maksaa ominaisuudesta, joka ei tuota lisäarvoa eli lisää asiakkaan nettokassavirtaa. Asiakasarvotuntemus varmistaa, että asiakkaalle ei pyritä myymään tuotteita tai palveluita, jotka maksavat tälle enemmän kuin tuottavat arvoa. Kuten luvun alussa todettiin, kestävimpiä suhteita ovat sellaiset, jotka hyödyttävät molempia osapuolia. Kun tuotteen arvo on tiedossa, voidaan mahdollisesti soveltaa myös arvopohjaista hinnoittelua. Arvopohjaisessa hinnoittelussa asiakkaan maksama hinta riippuu osin siitä, kuinka paljon tämä hyötyy tuotteesta. (Anderson & Narus 1998, Anderson et al. 2009, ss. 183—190)

Oman tarjoaman asiakasarvon määrittämisen lisäksi yrityksen tulee selvittää kilpailevien tarjoamien asiakasarvon perusteet kyetäkseen luomaan myöhemmin esiteltävän *asiakasarvolupauksen* sekä siihen perustuvan *asiakasarvomallin*. Tässä diplomityössä keskitytään asiakasarvon analysointiin eikä empiiriseen tutkimusosuuteen kuulu laajamittaista kilpailija-analyysiä. Työssä tyydytään vertailemaan kilpailevia ratkaisuja lähinnä ominaisuustasolla. Näin ollen kilpailija-analyysin laatimista ei teoriaosuudessa käsitellä tarkemmin. Se on kuitenkin syytä pitää mielessä eräänä asiakasarvotutkimuksen keinona. Varsinainen asiakasarvoanalyysi voi pitää sisällään esimerkiksi seuraavassa kuvassa esitetyt vaiheet. (Woodruff 1997)



**Kuva 2.7:** Asiakastytyväisyyden mittausprosessi, CSM (Woodruff et al. 1997)

Tämän lähestymistavan mukaan asiakasarvotutkimusprosessi on päätasolla nelivaiheinen. Ensimmäisessä vaiheessa tarkastellaan sitä, millaisia tekijöitä asiakkaat arvostavat. Toisessa vaiheessa selvitetään, mitkä näistä tekijöistä ovat asiakkaille tärkeimpiä. Tämän jälkeen tutkitaan, miten yrityksen tuotteet vastaavat asiakkaiden odotuksia. Pääpaino on tärkeimmissä hyödyissä. Prosessissa otetaan kantaa myös siihen, kuinka näiden asiakkaiden arvotusten arvellaan tulevaisuudessa muuttuvan. Kyseessä on hyvin karkea prosessikuvaus, jossa ei oteta kantaa tutkimusmenetelmiin. (Woodruff et al. 1997) Tämän tutkimuksen empiirisen osuuden arvoanalyysin peruseriaatteet noudattelevat edellä esiteltyä viitekehystä. Anderson et al. (2009) ovat käsitelleet tarkemmin menetelmiä, joilla asiakkaiden käsityksiä ja *arvomaailmaa* selvitetään. Menetelmiä on monia (Anderson et al. 2009, ss. 64—70):

### 1. Sisäiset testaukset

Toimittaja testaa tuotteitaan ja pyrkii selvittämään, millaista hyötyä asiakas niistä voi saada. Vaaditaan yleistämistä, sillä asiakas ei välttämättä käytä tuotetta täysin samalla tavalla, kuin toimittaja laboratorio-olosuhteissa.

### 2. Kenttätutkimus

Haastatteluja ja asiakkaiden (toimittajan) tuotteiden käytön seuranta esimerkiksi viikon tai kahden ajan. Tiivistä yhteistyötä vaaditaan, mutta tulokset ovat tarkkoja.

### 3. Suorat ja epäsuorat kyselyt

Epäsuorassa kyselyssä kysytään kuinka tietyt muutokset toimittajan tarjoamassa vaikuttaisivat asiakkaan toimintaan. Suorissa kyselyissä kysytään, paljonko osallistujat ovat valmiita maksamaan tietyistä ominaisuuksista.

### 4. Fokusryhmät

Asiakasryhmille esitellään kuvauksia potentiaalisista tarjoamista, ja kysytään, millaiseksi asiakkaat kokevat näiden tarjoamien hyödyt.

### **5. Yhdistetyt analyysit**

Monivaiheisia analyysijä, joissa asiakkailta selvitetään esimerkiksi haastatteluin tai puhelinkyselyin sitä, miten he arvostavat erilaisia tuoteattribuutteja.

### **6. Benchmarkit**

Asiakkaille annetaan kuvaus kilpailevasta tuotteesta ja kysytään, paljonko he olisivat valmiita maksamaan parannuksista tiettyihin attribuutteihin.

### **7. Suorat arvomäärittelyt**

Tutkimukseen osallistuvilta kysytään suoraan, paljonko he olisivat valmiita maksamaan yksittäisestä tuoteattribuutista.

### **8. Tärkeysasteikot**

Tutkittaville esitellään tuoteattribuutteja, ja pyydetään heitä luokittelemaan attribuuttien tärkeys ennalta määrättyllä asteikolla. Tämän jälkeen kysytään, miten hyväksi he kokevat eri toimittajien tuotteen näiden attribuuttien osalta.

Eri menetit eroavat toisistaan tarkkuuden suhteen. Anderson & Narus (1998) esittävät, että arvomalleja rakennettaessa käytettäisiin asiakashyötyjen kartoitukseen ensisijaisesti kenttätutkimuksia, sillä ne tarjoavat laajinta ja tarkinta informaatiota. Myös muita tutkimusmenetelmiä voidaan käyttää, mutta tällöin kerätyn informaation tarkkuus jää vähäisemmäksi, ja tarkkojen arvomallien rakentaminen on haastavampaa. Resurssisyistä tässä diplomityössä ei toteuteta kenttätutkimuksia, vaan sovelletaan epäsuoria kyselyitä. Toisin sanoen tutkimuksessa määritetään ennalta asiakasarvon komponentteja, ja selvitetään kuinka tärkeitä ne ovat asiakkaille.

#### **2.4.2. Hyötyjen ja uhrausten mitattavuus**

Asiakasarvon kommunikointitapoihin vaikuttaa myös kommunikoitavien hyötyjen tai uhrausten luonne. Osa hyödyistä ja uhrauksista on muutettavissa rahalliseksi arvoiksi suhteellisen helposti. Toisille voidaan antaa rahallinen arvo käytännössä vain arvaamalla. Näiden välissä on monia hyötyjä, joita kutsutaan vaikeasti mitattaviksi. Rahallinen arvo voi siis olla määritettävissä, mutta tehtävä on haastava. Erään lähestymistavan hyötyjen käsittelyyn ja niiden käyttämiseen myynnissä ja markkinoinnissa ovat esitelleet Anderson et al. (2009). Viitekehys on esitetty seuraavassa taulukossa.

**Taulukko 2.1:** Asiakasarvon eri tekijät ja niiden kommunikoitavuus (Anderson et al. 2009, s. 349)

Kommunikoinnin helppous		
Taloudelliset hyödyt	Taloudelliset, mitattavat: keskitytään näyttämään asiakkaalle, miksi yrityksen tarjoama on kilpailijoita parempi esitellen tarjoaman ominaisuuksia	Taloudelliset, vaikeasti mitattavat: perustellaan yrityksen paremmuutta esimerkiksi benchmark- tuloksilla, esityksillä, pilottitesteillä tai takuilla
	Ei-taloudelliset, mitattavat: keskitytään brändikuvan rakentamiseen. Esimerkiksi ympäristöarvot yms.	Ei-taloudelliset, vaikeasti mitattavat: ei keskitytä markkinoinnissa, mutta voivat olla osana pitkäikäisen asiakassuhteen rakentamisessa
	Matala	Korkea

Taulukossa on esitelty hyötytyypit, sekä niiden käyttötavat asiakasarvon kommunikoinnissa. Hyödyt on jaoteltu kommunikoinnin helppouden ja taloudellisen mitattavuuden perusteella. Markkinoinnissa ja ensimmäisissä asiakaskontakteissa tulisi keskittyä taloudellisten hyötyjen painottamiseen sekä brändikuvan luomiseen. Taloudelliset, vaikeasti mitattavat hyödyt otetaan esille vasta, kun asiakkaan kanssa on päästy lähempään kontaktiin. Ei-taloudellisia vaikeasti mitattavia hyötyjä ei tule varsinaisesti kommunikoida lainkaan. Luonteestaan johtuen ne jäävät hyvin suurella todennäköisyydellä perustelematta. Hyödyt voivat olla osana pitkäikäisen asiakassuhteen rakentumista. Asiakas siis havaitsee ne yhteistyösuhteen aikana. (Anderson et al. 2009, s. 348) Asiakkaan vakuuttamisessa myyntitilanteessa on käytettävä hyötyjä, jotka ovat helpommin perusteltavissa.

Vaihtoehtoisen lähestymistavan hyötyjen jaotteluun tarjoaa Mieskonen (1989). Hän jakaa hyödyt suoriin, epäsuoriin ja vaikeasti mitattaviin. Suorat hyödyt ovat helposti mitattavissa ja määritettävissä. Epäsuorat hyödyt ovat mitattavissa, mutta tarkan arvon määrittäminen voi etukäteisarvioinnissa olla vaikeaa. Vaikeasti mitattavien hyötyjen rahallisen arvon määrittäminen ei ole välttämättä mielekäästä, sillä arviointi on hyvin haastavaa. (Mieskonen 1989, ss. 38–41) Seuraavassa on rinnastettu Mieskonen (1989) ja Anderson et al.:n (2009) esittämät jaottelutavat. Yhdenmukaisuuden vuoksi kustannukset jaetaan vastaaviin luokkiin kuin hyödyt, vaikka usein kustannusten määrittäminen onkin hyötyjä yksinkertaisempaa.

**1. Suorat hyödyt ja kustannukset** (vrt. taloudelliset, mitattavat)

Suorat hyödyt ja kustannukset ovat helposti mitattavissa ja kommunikoitavissa.

**2. Epäsuorat hyödyt ja kustannukset** (vrt. taloudelliset, vaikeasti mitattavat)

Epäsuorat hyödyt ja kustannukset ovat helposti pääteltävissä, mutta niiden tarkka määrittäminen ja kommunikointi etukäteen on haastavaa.

**3. Vaikeasti mitattavat hyödyt ja kustannukset** (vrt. ei-taloudelliset, mitattavat ja ei-taloudelliset, vaikeasti mitattavat)

Vaikeasti mitattavat hyödyt ja kustannukset ovat haastavia määrittää. Niiden suuruuden arviointi voi olla vaikeaa myös jälkiarvioinnin keinoin.

On otettava huomioon, että kaikkia hyöty- ja kustannuselementtejä yhdistää epävarmuus – aina siihen pisteeseen asti, kunnes varsinaiset kustannukset ja tuotot ovat toteutuneet. Myös suorien ja epäsuorien hyötyjen ja kustannusten etukäteisarviointi voi siis olla epätarkkaa, etenkin jos niiden toteutumista pyritään ennustamaan pitkälle tulevaisuuteen. Vaikka investoinnin hankintameno onkin tiedossa, voi esimerkiksi käyttöönotossa syntyä kustannuksia, joita ei osata ennalta arvioida. Pelkän arvioinnin tarkkuuden ja luotettavuuden sijaan eri hyöty- ja kustannusluokkia erottaakin se, kuinka tarkkaan ne ylipäättään ovat ennustettavissa ja jälkikäteen mitattavissa.

### 2.4.3. Arvolupaus ja arvomalli

*Arvolupaus (value proposition)* on asiakasarvon kommunikointiin tiiviisti liittyvä termi. Arvolupaus yleistyi markkinoinnin työkaluna 2000-luvun alussa. Arvolupauksien sisällöt vaihtelevat. Useimmiten arvolupaukset väittävät yrityksen tarjoaman mahdollistavan esimerkiksi kustannussäästöjä tai muita etuja. Väitteiden todentaminen jää kuitenkin usein puolitiehen. Jos arvolupauksessa jotain mainitaan, se tulisi myös pystyä perustelemaan. Lupaukseen tulisi sisältyä *arvokuvaus*, jossa selitetään, millä tavalla tarjoaman eri elementit tuottavat arvoa. Onhan niin, että osa elementeistä on tärkeitä yhdelle asiakkaalle, kun taas toinen ei anna niille juuri mitään arvoa. Tällaisia voivat olla esimerkiksi tietyt palvelukonseptit, joita osa asiakkaista kaipaa, mutta osa ei. Arvolupauksen laatimisesta on suoraa hyötyä myös toimittajalle, sillä laatimisprosessin aikana tämä oppii tuntemaan tarjoamansa paremmin. Arvolupauksia rakentamalla toimittaja myös oppii, mitä tekijöitä asiakkaat todella arvostavat. (Anderson et al. 2006, Anderson et al. 2009, ss. 92–95)

Anderson et al. (2006) jakavat arvolupaukset kolmeen päätyyppiin. Tyypit eroavat toisistaan sisältämiensä asiakasarvon komponenttien osalta. Seuraavassa taulukossa on esitelty arvolupaustyyppit ja niiden sisältö.

*Taulukko 2.2: Arvolupaustyypit (Anderson et al. 2006)*

Arvolupaus:	Kaikki edut	Paremmuudet	Vertaileva
<b>Koostuu:</b>	Kaikki edut, joita yrityksen ratkaisu tarjoaa asiakkaalle	Kaikki ominaisuudet, joiden suhteen ratkaisu on kilpailijoita parempi	Muutama ratkaisun paremmuus, ja mahdollisesti tasapelitilanne
<b>Vastaa kysymykseen:</b>	Miksi asiakkaan tulisi hankkia yrityksen ratkaisu?	Miksi asiakkaan tulisi hankkia yrityksen ratkaisu kilpailijan sijaan?	Mitä meidän ratkaisustamme kannattaa muistaa?
<b>Vaatii:</b>	Tietoa omasta tarjoamasta	Tietoa omasta ja seuraavaksi parhaasta tarjoamasta	Tietoa siitä, miksi yrityksen tarjoama tuottaa ylivoimaista arvoa muihin verrattuna
<b>Heikkous:</b>	Etujen "ylitarjonta"	Paremmuuksien arvailu.	Vaatii asiakasarvotutkimusta.

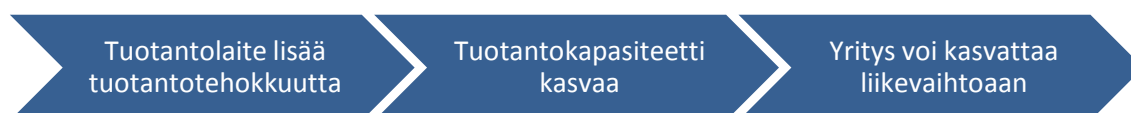
Arvolupaukset poikkeavat toisistaan luonteeltaan sekä informaatiovaatimuksiltaan. Kaikki edut esittelevä lupaus on helpoin laatia. Toimittajan tulee tuntee vain oman tuotteen ominaisuudet. Lupauksen vaarana on kuitenkin se, että tärkeät hyödyt hukkuvat hyötyjen tulvaan. Ratkaisuna tähän on laatia lupaus, joka esittelee vain paremmuudet. Hyötyjä joiden suhteen kilpailevat ratkaisut ovat yhteneviä ei tarvitse ottaa esille, sillä ne eivät toimi päätöksenteon perustana. Tämä vaihtoehto vaatii enemmän taustatyötä: yrityksen tulee tuntee tarkkaan kilpailevien ratkaisujen ominaisuudet, jotta lupaukseen osataan valita oikeat hyödyt. (Anderson et al. 2006, Anderson et al. 2009, ss. 92—97)

Edistynein vaihtoehto on vertaileva lupaus. Siihen valitaan vain kaikista tärkeimpiä tarjoaman hyötyjä, joihin asiakkaan päätös todennäköisesti tulee perustumaan. Lisäksi otetaan esille kriittisiä seikkoja, joiden suhteen toimittajan tarjoama on tasaväkinen kilpailevan tarjoaman kanssa. Kriittiset seikat ovat tekijöitä, joita asiakas arvostaa huomattavasti, ja muista hyödyistä huolimatta heikkoudet näissä ominaisuuksissa kääntävät todennäköisesti asiakkaan ostopäätöksen kilpailijan suuntaan. Toimittajan tulee siis perustella, miksi se on valittujen asioiden suhteen ylivoimainen, ja toisaalta toisten suhteen vähintään yhtä hyvä kuin kilpailijat. Vertaileva lupaus on haastavin laatia, sillä kilpailijatiedon lisäksi se vaatii tietoa asiakkaiden preferensseistä. Mitkä ovat tekijät, joita asiakas arvostaa ja vaatii? (Anderson et al. 2006, Anderson et al. 2009, ss. 92—97) Liitteessä 1 on esitetty esimerkki arvolupauksesta.

Arvolupauksessa korostettu yrityksen tarjoaman paremmuus perustellaan arvomallin avulla esimerkiksi laskelmia hyödyntäen. Arvomalli voi olla hyvinkin laaja ja sisältää esimerkiksi elinkaarikustannusanalyysin. Arvomallia varten voidaan esimerkiksi kertoittaa asiakkaan vaatimukset, ja mallin avulla perustella, kuinka yrityksen tarjoama täyttää nämä vaatimukset. Arvomallin perusteella voidaan rakentaa myös ohjelmisto tai esimerkiksi laskentataulukko, jonka avulla voidaan tehdä nopea estimointi vaadittavasta laitteistosta ja siitä, millaisia hyötyjä ja kustannuksia laitteiston hankintaan ja käyttöön sisältyy. Laajan arvomallin laatiminen voi vaatia paljon taustatietoja, joten toteuttamisprosessi voi olla aikaa vievä ja haastava. (Anderson & Narus 1998)

#### 2.4.4. Asiakasarvon kommunikointi

Yritykset unohtavat usein markkinoinnissaan asiakkaan todelliset tarpeet ja keskittyvät liikaa itse tuotteeseen ja sen ominaisuuksiin. Asiakas ei ole useinkaan kiinnostunut hienoista teknisistä ominaisuuksista ja suorituskykyarvoista, vaan siitä, miten nämä hyödyttävät hänen liiketoimintaansa. (Bonoma 1982, Woodruff 1997, Hutt & Speh 2007, ss. 391, Adamson et al. 2012) Tietyn ominaisuuden tuoman hyödyn mainitseminen tai arvon toteaminen ei myyntitapahtumassa yksin riitä. Toisaalta ei voida myöskään todeta tuotteen mahdollistavan tiettyjä hyötyjä tarkentamatta, mistä hyödyt ovat seurausta. On siis tärkeää löytää todelliset syy- ja seuraussuhteet, jolloin voidaan osoittaa, mistä saavutettu hyöty on lähtöisin ja kuinka se on mitattavissa. Yksinkertainen menetelmä syy- ja seuraussuhteiden tunnistamiseen on niin sanottu arvokartoitus (*value mapping*). (Anderson et al. 2009, ss. 359—361). Lähestymistapaa on havainnollistettu alla.



Kommunikoitaessa hyötyjä siirrytään ketjussa eteenpäin, ja selvitetään, millaisia seurauksia tietyllä tuoteominaisuudella on. Jos asiakasarvotutkimuksessa on tunnistettu tiettyjä hyötyjä, voidaan ketjua kulkea myös vastakkaiseen suuntaan ja pohtia, mikä tuoteominaisuus on mahdollistanut tietyt hyödyt. Hyötyjen kommunikoinnissa voidaan käyttää työkaluna esimerkiksi edellisessä alaluvussa esiteltyä arvolupausta ja sen pohjalta rakennettua arvomallia. Tämä ei kuitenkaan yksin riitä. Myynti-osto-tapahtumaan sisältyy useimmiten henkilöiden välistä vuorovaikutusta. Paraskaan tuote ei myy itse itseään, eivätkä organisaatiot osta, vaan ihmiset. (Woodruff 1997, Hutt & Speh 2007, ss. 391, Bonoma 1982)

On tärkeää, että organisaatioille ja yksittäisille henkilöille painotetaan asioita, jotka ovat juuri heille tärkeitä. Organisaatioista voidaan tunnistaa tahoja, joilla on erilaisia intressejä, ja toisaalta erilaisia vaikutusmahdollisuuksia. Roolit ovat jaettavissa esimerkiksi päätöksentekijöihin ja vaikuttajiin. Tietyillä tahoilla ei välttämättä ole lainkaan muodollista vaikutusvaltaa, mutta suhteidensa vuoksi he pystyvät vaikuttamaan ostopäätökseen

merkittävästi. Kaikkia päätöksiin vaikuttavia tahoja ei luonnollisesti voida tunnistaa saati saavuttaa. (Bonoma 1982, Anderson et al. 2009, ss. 349—351) Esimerkiksi hissin ostoa arvioitaessa omistajat voivat arvostaa matalia kokonaiskustannuksia, arkkitehti ratkaisun ulkonäköä sekä esteettisyyttä, rakennusinsinööri hissin integroitavuutta muihin rakenteisiin ja rakennuttaja matalia rakennuskustannuksia. Lopullisia päätöksentekijöitä tässä tilanteessa ovat todennäköisesti omistajat ja rakennuttaja. Arkkitehdit ja rakennusinsinöörit suosittelevat tiettyä ratkaisua. (Anderson et al. 2009, ss. 350—351)

B2B-ostokäyttäytyminen mielletään usein loogisemmaksi kuin yksityishenkilöiden ostokäyttäytyminen. Joka tapauksessa päätöksestä vastaa lopulta aina ihminen. Päätöksiin vaikuttavat käytännössä aina myös ostajan henkilökohtaiset sosiaaliset arvot ja mielipiteet. Kotler & Keller (2012) ovat tunnistaneet neljä ostotapahtumaan vaikuttavaa muuttujaa: ympäristö, organisaatio, ihmissuhteet ja henkilökohtaiset tekijät. Ihmissuhdetekijöitä ovat esimerkiksi arvovalta, asema ja empatiakyky. Toisaalta henkilökohtaisia tekijöitä voivat olla ikä, koulutus, persoonallisuus ja riskinsietokyky. (Kotler & Keller 2012, s. 211) Ostopäätöksen tekijä voi esimerkiksi miettiä, kuinka hankinta ja valinta vaikuttaa hänen arvostukseensa omassa organisaatiossa, tai kuinka ostopäätös sopii henkilökohtaiseen arvomaailmaan ja minäkuvaan. (Bonoma 1982)

Havaitaan, että asiakasarvon kommunikoinnissa on syytä ottaa huomioon neljä tärkeää tekijää:

1. Kommunikoidaan hyötyjä, ei pelkästään ominaisuuksia
2. Hyödyille tulee löytää tarkka arvo, niiden ei tule jäädä mainospuheeksi
3. Eri rooleissa olevien henkilöiden kanssa kommunikoitaessa on otettava esille eri asioita: on siis käsiteltävä seikkoja, joita vastaanottaja ymmärtää ja arvostaa
4. Myös henkilökohtaiset ominaisuudet ja arvot vaikuttavat ostotapahtumaan: B2B-maailmassakaan ostopäätökset eivät ole aina täysin loogisia

Hyötyjen kommunikoinnin tulee olla dokumentoituihin kuvauksiin perustuvaa, tarkkaan harkittua ja oikein kohdennettua. Inhimillistä aspektia ei voida kuitenkaan poistaa, eikä kaikkia päätökseen vaikuttavia tahoja tunnistaa. Asiakasarvon tunteminen on hyödyllistä ja helpottaa myyntiä ja markkinointia. Tästä huolimatta numeroiden valossa paras ratkaisu ei aina voita.

## 2.5. Asiakasarvomalli

Edellä on tehty valinta tarkastelun näkökulmasta ja määritelty asiakasarvon olennaiset käsitteet. Lisäksi on valittu asiakasarvon komponentit ja niiden esitystapa. On myös tarkasteltu sitä, miten asiakasarvon komponentteja voidaan esittää ja kommunikoida. Tämän pohjalta on rakennettu yleinen asiakasarvomalli. Hyötyjen ja uhrausten lisäksi malliin lisätään vaatimukset. Niiden perusteella voidaan karsia ratkaisuja, jotka eivät



edes konseptitasolla täytä asiakastarvetta. Asiakasarvomalli on esitetty seuraavassa kuvassa.



**Kuva 2.8:** Asiakasarvon viitekehys

Mallin läpikäynti aloitetaan pohjatasolta: ensimmäiseksi käsitellään vaatimukset ja ei-halutut ominaisuudet. Nämä ominaisuudet voivat sisältyä myös tuotehyötyihin, mutta tässä vaiheessa niitä käsitellään poissulkevin vaihtoehtoina, eikä vielä pohdita niiden vaikutusta asiakasarvon suuruuteen. Esimerkiksi ympäristöpäästöjen vähäisyys voi tuoda asiakkaalle rahallisia säästöjä, jotka eivät ole välttämättä päätöksenteon kannalta merkittäviä. Asiakas voi kuitenkin joko yrityskuvaan liittyvistä syistä, tai esimerkiksi päätöksentekijän henkilökohtaisten arvojen vuoksi haluta mahdollisimman ympäristöystävällisen ratkaisun huolimatta siitä, että ympäristöystävällisyys voi vähentää suoria taloudellisia hyötyjä tai lisätä uhrauksia. Vaatimusten asettamisessa on kuitenkin oltava varovainen, sillä turhat vaatimukset voivat rajoittaa valittavaa ratkaisua siten, että asiakasarvo kärsii.

Tarjoaman hyödyt ja uhraukset jaetaan tuote-, käyttö- ja suhdetekijöihin. Tämän jälkeen ne kategorisoidaan joko suoriin, epäsuoriin tai vaikeasti mitattaviin ja päätetään, kuinka hyötyjä pyritään mallintamaan. Ohjenuorana toimii se, että vaikeasti mitattaviksi hyödyiksi ja kustannuksiksi luokitellaan ne hyödyt ja kustannukset, joille ei ole mielekästä määrittää rahallista arvoa ainakaan laskennallisesti. Näitä tekijöitä käsitellään investoinnin arvioinnissa muilla keinoilla, mikäli niiden arvellaan olevan merkittäviä. Seuraavissa luvuissa käsitellään tarkemmin tämän viitekehyksen hyödyntämistä erilaisissa investointitilanteissa.

## 3. INVESTOINTIEN ARVIOINTI

### 3.1. Investointien peruskäsitteet

#### 3.1.1. Investoinnin luonne

Investoinnissa on yleensä kyse kertaluontoisesta hankinnasta, jonka hankintameno on merkittävä ja tuottojen odotusaika pitkä. Investoinnit ovat usein toisensa poissulkevia, joten valittaessa yksi vaihtoehto jokin toinen jää toteuttamatta. Investoidut varat ovat monissa tapauksissa sidottuina kauan, joten investointipäätös vaikuttaa yrityksen toimintaan pitkälle tulevaisuuteen. Huonosti ajoitettu tai suunniteltu investointi voi olla yrityksen toiminnan kannalta kohtalokas. Investointien tarkka etukäteisarviointi on siis tärkeää. (kts. esim. Neilimo & Uusi-Rauva 2007, ss. 206—208, Suomala et al. 2011, 152—153)

Investointiprosessi voidaan jakaa muutamiin päävaiheisiin (kts. esim. Kaplan & Atkinson 1998, Pike & Neale 1999, Horngren et al. 2005, Neilimo & Uusi-Rauva 2007):

1. Tavoitteiden tunnistaminen
2. Ratkaisuvaihtoehtojen selvittäminen ja vertailu
3. Toteutettavan vaihtoehdon valinta
4. Rahoituksen hankkiminen
5. Hankkeen toteutus ja valvonta

Vaiheiden järjestys on luonnollisesti tapauskohtainen. Investoinnista ja sen koosta sekä investoivasta tahosta riippuen vaiheita voidaan jättää väliin tai toistaa tarvittaessa. Investointitarve voi olla seurausta yksikäsitteisestä tuotantotarpeesta, jolloin tavoitteet ovat selvät. Tällöin investointivaihtoehtoina voi olla esimerkiksi muutamien valmistajien sorveja eri kokoluokista. Toisaalta taas rahoitusta ei välttämättä tarvitse erikseen hankkia, jos yritys käyttää tulorahoitusta ja vaadittavat varat löytyvät jo kassasta. Myöskään toteutusta ei ole tarpeen suunnitella erikseen, jos hankintatilanne on ennestään tuttu. Mikäli hankitaan yritykselle jo ennestään tuttu sorvimalli, on investointiprosessi todennäköisesti hyvin yksinkertainen.

Investointien arvioinnin lisäksi myös jälkilaskenta on tärkeää. Ilman jälkilaskentaa yritykset eivät voi luotettavasti arvioida, kuinka kannattava investointi on niille ollut. Jos investoinnin tuotot eivät olleet odotetut, jälkilaskennan keinoin voidaan selvittää, mistä poikkeavuudet johtuivat. (Neilimo & Uusi-Rauva 2007, s. 225) Mikäli jälkilaskentaa ei toteuteta, voi yrityksen käsitys toteutuneesta asiakasarvosta olla väärä.

### 3.1.2. Investointilaskelmien lähtöarvot

Investointilaskelmiin sisältyy muutamia usein käytettyjä lähtöarvoja, jotka huomioidaan useimmissa laskentamenetelmissä. Näitä ovat muun muassa seuraavat laskentamuuttujat (kts. esim. Pike & Neale 1999, Horngren et al. 2005, Neilimo & Uusi-Rauva 2007, Suomala et al. 2011):

1. Perusinvestointi
2. Nettotuotot, eli vuotuinen nettokassavirta
3. Investoinnin pitoaika tai elinkaari
4. Investoinnin jäännösarvo
5. Laskentakorkokanta
6. Käyttöpääoma (ja sen muutos)

Käsitteet ovat yleisesti hyväksyttyjä, joten niitä ei avata tarkemmin laskentakorkokantaa ja käyttöpääomaa lukuun ottamatta.

*Laskentakorkokannan* avulla investoinnin eri vuosille ajoittuvat kassavirrat saatetaan vertailukelpoisiksi. Laskentakorkokannan käyttäminen tulee kyseeseen muun muassa diskontattujen kassavirtojen menetelmiä käytettävissä, sillä tällöin kassavirrat on tapana diskontata nykyhetkeen. (Suomala et al. 2011 s. 154) Laskentakorkokanta voidaan tarvittaessa määrittää erilaisin keinoin. Yleisesti käytetty keino on pääoman keskimääräinen kustannus, *WACC (weighted average cost of capital)*. Se muodostuu seuraavasti (kts. esim. Nantell & Carlson 1975):

$$WACC = \frac{varat}{varat+velat} K_{op} + \frac{velat}{varat+velat} K_{vp}(1 - T) \quad (3)$$

Tässä  $K_{op}$  = oman pääoman kustannus,  $K_{vp}$  = vieraan pääoman kustannus ja  $T$  = yrityksen tuloveroprosentti. Pääoman keskimääräistä kustannusta määritettäessä huomioidaan yrityksen pääomarakenne sekä yritysveroprosentti. Mikäli yrityksen investointien rahoitustavat vaihtelevat, ei edellä mainitulla tavalla määritetty laskentakorko ole aina realistinen. Tällöin pääomakustannus voidaan laskea ottaen lähtökohdaksi tilanne, jossa yritys olisi täysin pääomarahoitteinen. Investoinnista riippuen laskentakorkokantaa mukautetaan velan osuuden huomioivalla korjauskertoimella. (kts. esim. Chen & Ward 2000) Tässä työssä keskimääräinen pääomakustannus kuitenkin katsotaan riittävän tarkaksi arvioksi.

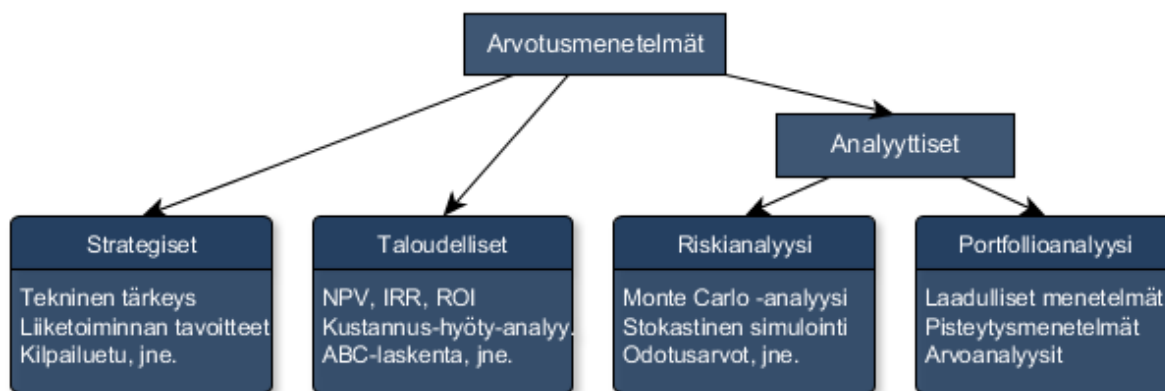
*Käyttöpääoma* voidaan huomioida investointilaskelmissa kahdella tavalla. Perinteisesti (diskontattujen kassavirtojen menetelmissä) käyttöpääoman muutokset huomioidaan karkeasti niiden tapahtumahetkellä eli useimmiten investointihetkellä tai ensimmäisen käyttövuoden kassavirroissa. Jos investointi muuttaa toteutuessaan käyttöpääomaa, käyttöpääoman muutos lisätään tai vähennetään investoinnin hankintamenosta. Jos

muutoksia tulee investoinnin elinkaaren aikana, kirjataan ne vuosittaisiksi tuotoiksi tai menoiksi. (kts. esim. Pike & Neale 1999 s. 164, Suomala et al. 2011 s. 153) Toinen vaihtoehto on huomioida säästöt pääomakustannuksissa vuosittaisina erinä siten, että pääoman kustannuksena käytetään sitoutuneen pääoman korkokustannusta. Suurella investointihetken kohdistuvalla käyttöpääoman kertavähennyksellä voi olla merkittävä vaikutus takaisinmaksuaikaan. Näin ollen käsittelytavan valintaa tulee miettiä tarkkaan.

Esiteltyjen kustannusten lisäksi myös yrityksen *kiinteiden kustannusten muutosten* huomiointia investointilaskelmissa voidaan harkita. Jos investointi vaikuttaa kustannuksiin absoluuttisesti, niiden huomiointi voi olla suotavaa. Mikäli kustannusten kokonaissumma ei muutu, niitä ei tule huomioida, vaikka kohdistusperusteiden muutosten myötä kustannusten allokoinnit eroaisivatkin entisestä. Investointilaskelmissa huomioidaan vain todelliset kassavirtojen muutokset. (Horngren et al. 2005, s. 422)

### 3.2. Investointien arviointimenetelmät

Investointeja voidaan arvioida lukuisilla erilaisilla menetelmillä. Arviointimenetelmät jaetaan usein kolmeen luokkaan: *strategisiin, taloudellisiin ja analyyttisiin menetelmiin*. (Chan et al. 2001, Karsak & Tolga 2001, Durán & Aguilo 2008) Seuraava kuva havainnollistaa jaottelua.



**Kuva 3.1:** Arviointimenetelmien jaottelu (kts. esim. Chan et al. 2001)

Arviointimenetelmät eroavat toisistaan peruseriaa-asteista lähtien. Taloudellisia arviointimenetelmiä yhdistää kvantitatiivisuus. Niiden lopputuloksena investoinnin kannattavuudelle saadaan taloudellinen eli rahallinen arvio: esimerkiksi nettonykyarvo tai tuotekohtainen kustannus. Perinteiset investointilaskentamenetelmät ja näiden sovellukset kuuluvat taloudellisiin menetelmiin. (Chan et al. 2001, Karsak & Tolga 2001) Taloudelliset laskentamenetelmät voivat olla hyvin monimutkaisia: esimerkiksi nettonykyarvolaskennan ja ABC-laskennan yhdistelmiä. Jäljempänä esitellään myös elinkaarikustannuslaskentamenetelmiä, jotka ovat taloudellisten menetelmien eräitä sovelluksia. Taloudellisiin menetelmiin on kuitenkin vaikea sisällyttää esimerkiksi strategisia etuja, joten tietyissä tilanteissa menetelmät voivat olla puutteellisia (Durán & Aguilo 2008).

Strategiset menetelmät tarkastelevat investointien kannattavuutta lähtökohtanaan yrityksen strategia ja siihen liittyvät valinnat. Menetelmät perustuvat usein kvalitatiiviseen arviointiin. Yrityksen tavoitteiden vuoksi valmistusjärjestelmäinvestointi voi olla välttämätön. Yritys on voinut esimerkiksi päättää valmistavansa tietyt komponentit itse, eikä niitä voida nykyisellä laitteistolla valmistaa. Toisaalta taas toimitusaika voi olla tärkeä kilpailutekijä, eikä sitä voida nykyisellä laitteistolla enää lyhentää. Toimitusajan lyhentäminen voi luoda kilpailuetua, jonka vuoksi kannattaa investoida. (Chan et al. 2001) Strategiset menetelmät pyrkivät huomioimaan tekijöitä, joita on taloudellisin keinoin vaikea tai lähes mahdoton arvioida ainakaan etukäteen. Jos taloudellisin menetelmin investoinnille saadaan negatiivinen nettonykyarvo, voidaan tämän jälkeen tarkastella, oikeuttavatko strategiset tekijät investoinnin. Käytännössä siis arvioidaan, riittävätkö kyseiset tekijät nostamaan nettonykyarvon positiiviseksi. (Kaplan 1986) Strategiset menetelmät sopivat taloudellisten menetelmien tueksi, mutta korvaajiksi niistä ei käytännössä ole. (Fine & Freund 1990, Lefley 2004, Durán & Aguilo 2008) Strategisten tekijöiden arvottamisessa on osin kyse yrityksen ulkoisen tehokkuuden mittaamisesta: mittarina voi olla esimerkiksi toimitusaika tai toimitusvarmuus. (White 1996)

Analyttiset menetelmät voivat sisältää esimerkiksi erilaisia pisteytysmenetelmiä, arvoanalyysjä tai stokastisia arviointia. Myös simulaatiot, kuten Monte Carlo -analyysi, kuuluvat analyttisiin menetelmiin. Analyttisten menetelmien avulla kvalitatiivisia tekijöitä voidaan käsitellä kvantitatiivisesti. Tekijöiden vaikutukset voidaan jakaa esimerkiksi hierarkisille tasoille, antaa niille painokertoimet, ja määrittää investoinnin vaikutus tekijään sen eri osa-alueille annettujen arvosanojen avulla. Kyseessä on tällöin ainakin osin subjektiivinen arviointi. Analyttiset menetelmät mielletään strategisia menetelmiä monipuolisemmiksi, mutta samalla myös monimutkaisemmiksi. (Chan et al. 2001, Durán & Aguilo 2008) Analyttisillä ja strategisilla menetelmillä on lopulta yhteys: strategiset edut ovat usein kategorisoitavissa kvalitatiivisiksi, tai ainakin vaikeasti mitattaviksi. Analyttisin menetelmin voidaan siis usein analysoida samoja seikkoja kuin strategisinkin menetelmin.

### 3.2.1. Perinteiset investointilaskentamenetelmät

Perinteisten investointilaskentamenetelmien käyttötavat ovat vakiintuneita, joten ne käydään läpi vain pääpiirteittäin. Näitä laskentamenetelmiä ovat esitelleet tarkemmin muun muassa Pike & Neale (1999), Neilimo & Uusi-Rauva (2007), Horngren et al. (2005) ja Suomala et al. (2011) laskentatoimen perusteoksissaan. Lopuksi tarkastellaan hieman tuntemattomampaa perinteisiin menetelmiin perustuvaa konseptia, taloudellisen lisäarvon menetelmää (*EVA<sup>TM</sup>*, *Economic Value Added*), sillä se lisää investointilaskentaan verotusaspektin.

Ehkäpä yksinkertaisin investointilaskentatapa on *takaisinmaksuajan menetelmä*. Menetelmässä investoinnit järjestetään paremmuusjärjestykseen niiden takaisinmaksun perus-

teella. Valituksi tulee investointi, jonka tuotot kattavat hankintakulut lyhimmissä ajassa. Laskennassa voidaan haluttaessa huomioida korkokanta. Takaisinmaksuajan menetelmä on helppokäyttöinen ja helposti ymmärrettävä. Se ei kuitenkaan huomioi investoinnin pitoaikaa, joten elinkaareltaan pitkien investointien tapauksessa sitä ei suositella käytettävän ainakaan ainoana päätöserusteena. Menetelmä ei näet huomioi takaisinmaksun jälkeen syntyviä tuottoja.

Hieman monimutkaisempia ja tarkempia menetelmiä ovat *diskontatun kassavirran menetelmät*. Niissä kassavirrat saatetaan vertailukelpoisiksi diskonttaamalla ne nykyhetkeen. *Nettonykyarvon* menetelmässä kassavirrat diskontataan valitulla korkokannalla. *Sisäisen korkokannan* menetelmä sen sijaan selvittää korkokannan, jolla nettonykyarvo on nolla. Menetelmät perustuvat samaan laskentakonseptiin. Sisäinen korkokanta kertoo suhteellisen kannattavuuden, kun taas nettonykyarvo absoluuttisen. Myös nettonykyarvon menetelmää voidaan käyttää suhteellisen kannattavuuden vertailuun jakamalla nettonykyarvo investointimenolla. Sisäisen korkokannan menetelmän heikkoutena on absoluuttisen kannattavuuden huomiotta jättäminen, sekä menetelmän matemaattinen luonne, jonka vuoksi tulokseksi voidaan saada useampia korkokantoja.

Sisäisen korkokannan menetelmän kanssa samankaltaisen tunnusluvun tarjoava arviointimenetelmä on *tuottoasteen menetelmä*, *ROI (return on investment)*. Kyseistä tunnuslukua käytetään etenkin yritysten pääoman tuoton arvioinnissa, mutta sitä voidaan soveltaa myös investointeihin. Pääoman tuottoaste saadaan yksinkertaisesti jakamalla vuosituotto sitoutuneella pääomalla. Pääoman tuottoaste voidaan laskea esimerkiksi vuosittain tai keskimääräisenä. Keskimääräinen tuottoaste on realistisempi, sillä esimerkiksi poistamattoman sitoutuneen pääoman mukaan laskettu ROI vaihtelee vuosittain huomattavasti, vaikka ympäristössä tai tuotoissa ei tapahtuisi muutoksia.

Hieman tuntemattomampi menetelmä on *EVA<sup>TM</sup>, taloudellisen lisäarvon menetelmä*. Menetelmä huomioi myös verotuksen vaikutuksen, ja se pyrkiikin määrittämään, kuinka kannattava investointi yritykselle todella on sen jälkeen, kun kaikki kustannukset ja pääoman tuottovaatimukset on huomioitu. Perinteiset laskentamenetelmät eivät oletusarvoisesti huomioi verotusta. EVA-arvo lasketaan seuraavasti:

$$EVA = NOPAT - WACC * Sijoitettu pääoma \quad (4)$$

Tässä *NOPAT (Net Operating Profit After Taxes)* on yrityksen tulos verojen jälkeen. EVA siis kertoo, paljonko yritykseen jää investoinnista rahaa sen jälkeen, kun kaikkien osansa vaativien osapuolten – rahoituslaitosten, omistajien ja verottajan – vaatimukset on täytetty. Ylijäävän summan eli tuotetun *lisäarvon*, EVA:n, yritys on vapaa esimerkiksi investoimaan edelleen. (Horngren et al 2005, ss. 671—672)

Laskentamenetelmien käytön yhteydessä on usein syytä arvioida lopputuloksen luotettavuutta epävarmuutta testaamalla. Yleisiä käytössä olevia menetelmiä ovat *herkkyys*,

*odotusarvo- ja skenaarioanalyysit*. Herkkyysanalyysissä oletettuja kassavirtoja muutetaan, ja tarkastellaan kuinka muutos vaikuttaa määritettäviin kannattavuuden tunnuslukuihin. Odotusarvoanalyysissä asetetaan todennäköisyydet odotetuille kassavirroille, ja lasketaan tunnusluvut näiden painotettujen keskiarvojen avulla. Skenaarioanalyysin yksinkertainen sovellus toimii kuten ennalta määriteltäviin skenaarioihin kiinnitetty herkkyysanalyysi. Skenaarioanalyysin työkaluna voidaan käyttää myös Monte Carlo -menetelmää. (kts. esim. Walters 1975, Suomala et al. 2011, s. 164—165)

### 3.2.2. Elinkaarikustannuslaskenta

Tarkempaa kustannusanalyysiä varten on kirjallisuudessa esitelty erilaisia *elinkaarikustannuslaskentamalleja*. Toisin kuin edellisessä aluvuossa esiteltyt menetelmät, ne eivät ole yleisesti vakiintuneita laskentamenetelmiä, vaan eri laskentamenetelmien sovelluksia. Elinkaarikustannusten määrittämiseen on useita lähestymistapoja (kts. esim. Ellram 1993, Woodward 1997, Piscopo et al. 2008). Perusteiltaan laskelmat voivat koostua vakiintuneista yleisesti käytössä olevista komponenteista. Laskentamenetelmät ovat kuitenkin useimmiten tapauskohtaisia, eikä universaalia elinkaarikustannuslaskelmaa voida esittää kuin periaatteellisella tasolla. Tavoitteena on selvittää kaikki investoinnin elinkaaren aikaiset kustannukset (Suomala et al. 2011, s. 210). Elinkaarikustannusanalyysissä voidaan käyttää myös toimittajien valinnassa, ulkoistuspäätöksissä ja prosessien tehokkuuden arvioinnissa. (Piscopo et al. 2008) Esitellään kaksi termiä:

#### 1. Omistamisen kokonaiskustannukset (*Total Cost of Ownership, TCO*)

Omistamisen kokonaiskustannuksiin sisältyvät hankintakustannukset, käyttökustannukset ja käytöstä poistamisesta aiheutuvat kustannuksetkin. (Ellram 1993)

#### 2. Elinkaarikustannukset (*Life Cycle Costs, LCC*)

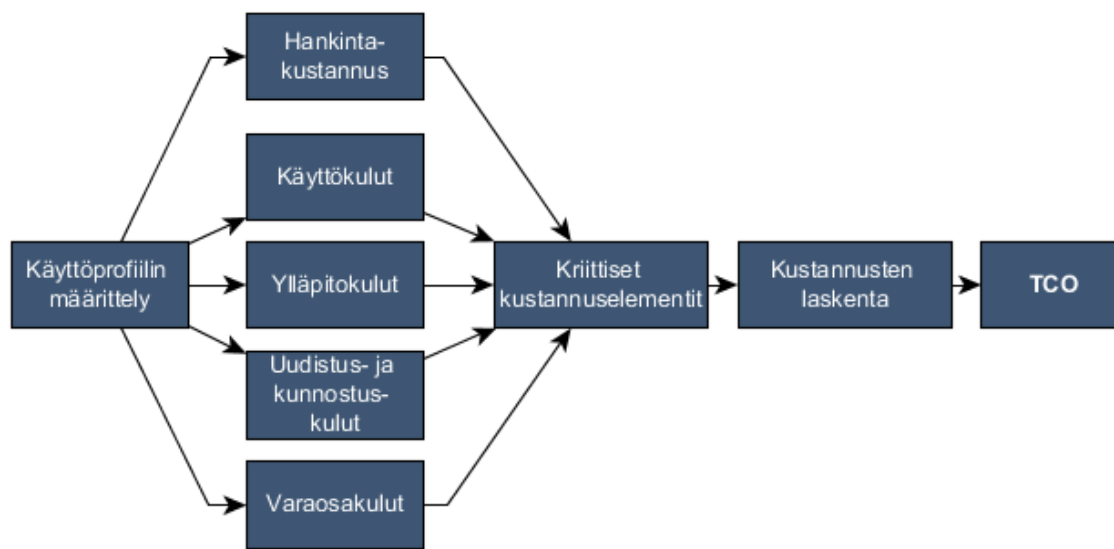
Elinkaarikustannusta käytetään omistamisen kokonaiskustannusten synonyyminä (esim. Woodward 1997, Suomala et al. 2011 s. 210). Toisaalta termiä käytetään myös tuotekustannuslaskennan yhteydessä, jolloin elinkaarikustannuksiin voidaan sisällyttää esimerkiksi tuotteen elinkaaren aikaiset valmistus-, käyttö- sekä käytöstäpoistokustannukset (esim. Gutschelhofer & Roberts 1997, Westkämper & Ostensacken 1998). Kolmannen tulkinnan mukaan elinkaarikustannuksiin sisältyvät vain käyttö- ja hävityskustannukset. (Rosendahl 2009, s. 24)

Tässä työssä käytettäväksi termiksi valitaan omistamisen kokonaiskustannukset, myöhemmin myös TCO. Omistamisen kokonaiskustannukset määritellään kirjallisuuteen perustuen seuraavasti (kts. Ellram 1993):

TCO = investointihyödykkeen elinkaarenaikaiset kokonaiskustannukset

Teoreettisella tasolla termiin sisältyvät kaikki investointihyödykkeeseen ja sen käyttöön liittyvät kustannukset materiaalikustannuksia myöten. Käytännössä laskelmissa tulee

huomioida vain relevantit kustannukset. (Ellram 1993) Esimerkiksi materiaalikustannuksia ei tarvitse sisällyttää laskelmiin, jos niissä ei vertailtavien vaihtoehtojen välillä ole merkittävää eroa. Tällöin ei päästä selville todellisista kokonaiskustannuksista, mutta tähän ei ole välttämättä tarvetta, jos tavoitteena on vain vertailla laitteistoja: toisin sanoen merkitsevä tekijä on kustannusero, ei absoluuttinen kustannus. Woodward (1997) on esitellyt seuraavan elinkaarikustannusten määrittystä helpottavan viitekehksen:



**Kuva 3.2:** Elinkaarikustannusten muodostuminen (mukaillen & yksinkertaistaen Woodward 1997)

Prosessissa määritellään ensimmäiseksi, kuinka tuotantolaitteistoa tullaan käyttämään; esimerkiksi millaiseen käyttöasteeseen ja volyymiin pyritään. Tämän jälkeen selvitetään, millaisia kustannuksia kyseinen käyttö aiheuttaa. Kriittisiä kustannuselementtejä, hankintahinnan ja käyttökulujen lisäksi, ovat esimerkiksi vuosi- ja vikaantumistehyys. Ne vaikuttavat sekä suoriin, että välillisiin kustannuksiin. Lopputuloksena saadaan TCO-arvo, eli investoinnin omistamisen kokonaiskustannukset. (Woodward 1997)

Elinkaarikustannuslaskennassa vaihtoehtojen elinkaaria voidaan käsitellä joko taloudellisin tai analyyttisin menetelmin. Tällöin ei välttämättä ole kyse absoluuttisista elinkaarikustannuksista, vaan arviointi voi olla myös subjektiivista, jolloin tärkeää on vaihtoehtojen keskinäinen järjestys. Vaihtoehdot voidaan asettaa paremmuusjärjestykseen esimerkiksi ominaisuuksia pisteyttämällä. Lähtökohtia on erilaisia riippuen siitä, kuinka tarkkaan erilaisten tekijöiden kustannusvaikutukset tiedetään. Käytettävä menetelmä valitaan investoinnin merkittävyyden ja arvioitavien tekijöiden mitattavuuden perusteella. (Ellram 1995) Seuraava taulukko havainnollistaa erilaisia elinkaarikustannuslaskennan lähestymistapoja.



**Taulukko 3.1:** Elinkaariarvioinnin lähestymistapoja (Ellram 1995)

Perinteinen TCO	Rahallinen arviointi	Pisteyttäminen
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tapauskohtaiset vaihtoehtojen todelliset kustannukset (ja tuotot)</li> <li>•Tarkka ja joustava</li> <li>•Huomioi eri tekijät laajasti</li> <li>•Laatiminen vie resursseja</li> <li>•Ei sovellu pieniin hankintoihin</li> <li>•Merkittäville investoinneille</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Ominaisuuksien muuttaminen rahamääreiksi esim. kaavojen avulla</li> <li>•Mallin rakentaminen resursseja kuluttavaa</li> <li>•Nopea ja helppo käyttää</li> <li>•Yksi malli soveltuu vain toisiaan vastaaviin tilanteisiin</li> <li>•Toistuville hankinnoille</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Arvottaa tekijöitä, joiden rahallinen arvo ei ole määritettävissä</li> <li>•Mallin rakentaminen resursseja kuluttavaa</li> <li>•Nopea ja helppo käyttää</li> <li>•Yksi malli soveltuu vain samankaltaisiin tilanteisiin</li> <li>•Merkittäville investoinneille tai toistuville hankinnoille</li> </ul>

Erilaiset menetelmät soveltuvat erilaisiin tilanteisiin. Merkittävillä investoinneilla tarkoitetaan tässä yhteydessä esimerkiksi tuotantolaitteinvestointeja, joiden rahallinen arvo tai elinkaarikustannus on yrityksen mittakaavassa suuri. Tällaisiin uniikkeihin hankintoihin Ellram (1995) suosittelee käytettäväksi standardisoitua elinkaarikustannusmallia, jota muokataan tapauskohtaisesti riippuen investointitapauksesta. Rahallista arviointia voidaan käyttää pienemmissä hankinnoissa, mikäli tarkan kustannuksen selvittäminen ei ole kustannustehokasta tai hankinnan suuruus huomioiden tarpeellista. Pisteyttämistä voidaan käyttää molemmissa tilanteissa: merkittävissäkin investoinneissa voidaan joutua pisteyttämään vaihtoehtoja, mikäli niiden rahallista arvoa ei voida selvittää. (Ellram 1995)

*Korvausinvestointilaskelmat* ovat yksinkertainen esimerkki elinkaarikustannuslaskennasta. Korvausinvestoinnilla tarkoitetaan investointia, jossa esimerkiksi kone tai laitteisto korvataan vastaavalla uudemmallalla tai paremmin tarkoitukseen sopivalla teknologialla. Tällöin uudella laitteistolla valmistettavien tuotteiden kustannuksia verrataan olemassa olevaan laitteistoon. Tuotteen valmistusrakenne on etukäteen selvillä, joten valmistuskustannukset uuden laitteiston osalta ovat ennakoitavissa suhteellisen tarkasti. Investoinnin kannattavuus voidaan määrittää esimerkiksi perinteisillä laskentamenetelmillä, kunhan tuotteiden kustannukset ja niistä saatavat tuotot sekä odotettu myyntivolyymi on määritelty. (Pike & Neale 1999, ss. 164—166) Liitteessä 2 on esitetty esimerkki elinkaarikustannuslaskelmasta, jota voidaan käyttää esimerkiksi korvausinvestointipäätösten arvioinnissa.

Elinkaarikustannusmallia voidaan käyttää myyntityökaluna asiakkaan tarpeiden ymmärtämisessä ja asiakasarvon kommunikoinnissa. Mallilla on kuitenkin heikkoutensa. TCO huomioi vain uhraukset ja tarjoaman edut koostuvat näin ollen vain uhrausten vähene- misestä. Puhtaita hyötyjä ei siis huomioida, joten TCO-mallit soveltuvat vertailemaan tarjoamia, joiden merkittävimmät erot ovat kustannuksissa. (Piscopo et al. 2008). Muita tilanteita varten lähestymistä täytyy laajentaa. Kun mukaan otetaan investoinnin tuotot,

voidaan puhua myös *elinkaarituotoista (LCP, Life Cycle Profit)*. (Suomala et al. 2011, s. 210).

### 3.2.3. Menetelmien käyttö yritysmaailmassa

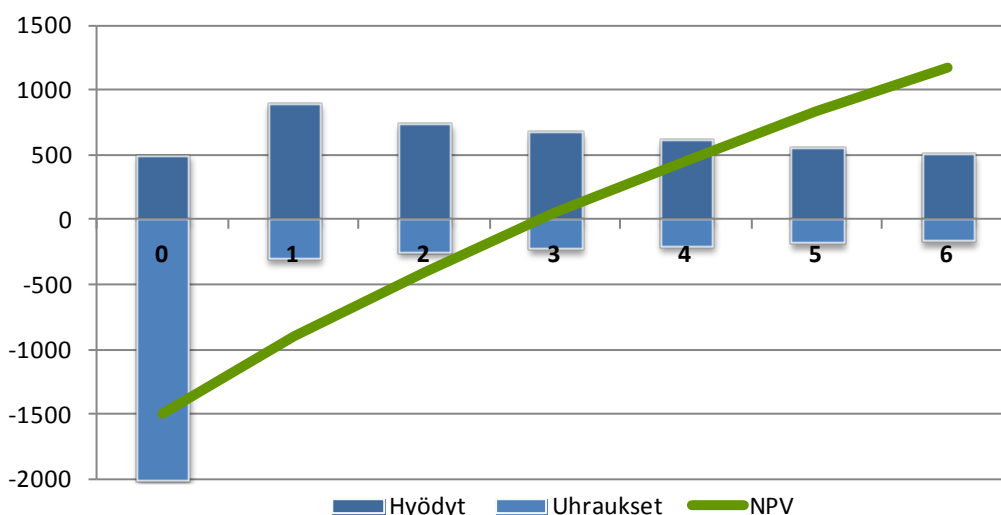
Investointilaskentamenetelmien käyttöä yritysten keskuudessa on tutkittu laajalti. Tutkimusten tuloksia ovat esitelleet muun muassa Small & Chen (1995), Drury & Tayles (1997), Burcher & Lee (2000), Hoffman & Orr (2005), Small (2007), Neilimo & Uusi-Rauva (2007) ja Horngren et al. (2005). Tutkimusten tulokset eivät ole täysin yhteneviä. Ne on tehty eri ajankohtina eri alueilla ja erilaisten yritysten keskuudessa. Suuntalinjat ovat kuitenkin selkeitä. Useimmiten yritykset käyttävät diskontattuihin kassavirtoihin perustuvia menetelmiä ja takaisinmaksuaikaa. Esimerkiksi Smallin (2007) tutkimukset kertovat takaisinmaksuajan menetelmää käytettävän 60 % ja diskontattujen kassavirtojen menetelmiä 41 % yrityksistä. Toisaalta Neilimon & Uusi-Rauvan (2007) mukaan takaisinmaksuajan menetelmä ja käytetyin diskontattujen kassavirtojen menetelmä (sisäisen korkokannan menetelmä) ovat molemmat käytössä 90 % yrityksistä. Suurin osa yrityksistä käyttää investointeja arvioidessaan vähintään yhtä laskentamenetelmää, monet useampia. (Neilimo & Uusi-Rauva 2007, s. 224)

Mielenkiintoisempia seikkoja ovat yritysten väliset erot sekä laskentamenetelmien käyttötavat. PK-yrityksissä intuitiolle annetaan huomattavasti suurempi painoarvo kuin suurissa yrityksissä. Drury & Taylesin (1997) mukaan intuitio on pk-yritysten keskuudessa toiseksi tärkein arviointikriteeri. Syynä tähän lienevät ainakin osaamispuutteet strategisessa ja taloudellisessa johtamisessa; menetelmiä ei osata tai haluta käyttää. (kts. D'Amboise & Muldowney 1988) Suurissa yrityksissä intuitiota ei sen sijaan juurikaan arvosteta päätöksentekokriteerinä. (Drury & Tayles 1997) On tosin pohdittava, onko asia todella näin. Kyselytutkimuksessa on helppo vastata, että päätökset perustuvat vain taloudellisiin kriteereihin.

Investointilaskentamenetelmiä käytetään usein väärin. Virheet liittyvät etenkin laskentakorkokantaan, inflatioon sekä verotuksen huomiointiin. Usein investointilaskelmissa kompensoidaan riskiä käyttämällä huomattavasti pääoman todellista keskimääräistä laskentakorkokantaa (WACC) korkeampaa korkoa. Tämä johtaa helposti ali-investointeihin (kts. esim. Pike 1993). Laskentakorkokannan sijaan investointien riskit tulisi huomioida epävarmuuden arviointiin tarkoitetuilla menetelmillä ja käyttää todellisiin rahoituskustannuksiin sidoksissa olevaa korkokantaa. Vaikka laskentamenetelmät olisivatkin kunnossa, pääoman tuottoasteen määrittelyissä on usein virheitä: voidaan esimerkiksi käyttää marginaaliverokantaa todellisen verokannan sijaan ja historiallista keskiarvoa vieraan pääoman hinnasta korkoennusteiden sijaan. (Drury & Tayles 1997, Jacobs & Shivdasani 2012) Puutteet investointilaskentamenetelmissä voivat ohjata investointeja kannattamattomampiin vaihtoehtoihin.

### 3.3. Investointien asiakasarvon elinkaarimalli

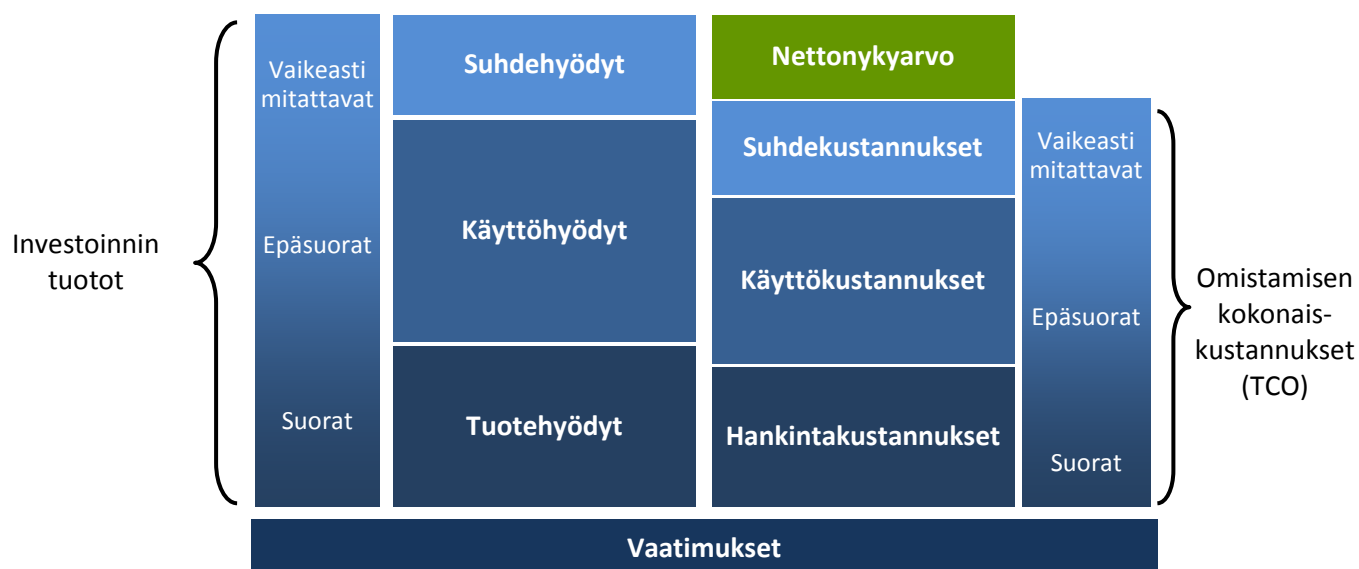
Tässä työssä investoinnin laskennallisen asiakasarvon katsotaan olevan selvitettävissä vuosittaisten kassavirtojen avulla: tuottojen ja kustannusten erotus on investoinnista asiakkaalle koituva taloudellinen lisäarvo. Ideaalitapauksessa kaikki investoinnin aikaansaamat tuotot ovat kohdistettavissa investoinnille ja toisaalta myös kaikki kustannukset ovat tiedossa. Tällöin investoinnin nettonykyarvon määrittäminen on yksinkertaista. Perustuen edellisessä luvussa rakennettuun asiakasarvon viitekehykseen sekä nettonykyarvon käsitteeseen määritellään arvomallissa esitettävä *laskennallinen asiakasarvo*. Investoinnin (tai tuotteen) laskennallinen asiakasarvo on sen aikaansaamien kassavirtojen nettonykyarvo määritettynä keskimääräisen pääomakustannuksen (WACC) mukaisella laskentakorkokannalla. Investoinnin tuotot ja kustannukset määritellään tapauskohtaisesti soveltuvalla tavalla. Laskelmissa huomioidaan päätöksenteon kannalta relevantit tuotot ja kustannukset. Seuraavassa kuvassa on havainnollistettu investoinnin asiakasarvon määräytymistä.



**Kuva 3.3:** Investoinnin asiakasarvon esittäminen investoinnin nettonykyarvona (NPV)

Kuvassa on esitetty laskennallinen asiakasarvo, joka koostuu vuosittaisista hyödyistä ja uhrauksista ollen vuosittaisten nettokassavirtojen nettonykyarvo. Kuvasta voidaan havaita kuinka investoinnin asiakasarvo kertyy ajan kuluessa. Näin ollen asiakasarvo on riippuvainen hyötyjen ja uhrausten lisäksi myös laskentakorkokannasta: mikäli yritys vaatii investoinneilleen korkeampaa tuottoa, muodostuu odotettu asiakasarvo matalammaksi. Toisaalta asiakasarvo nousee sitä korkeammaksi, mitä pidempi on laskenta-aikajänne. Ideaalitapauksessa laskenta-aikajänne on koko investoinnin elinkaari. Luonnollisesti näin pitkää laskenta-aikajännettä ei normaalisti valita. Suhdetekijöiden sisällyttäminen laskelmiin vaatii tapauskohtaisia laskenta- tai arviointimenetelmiä. Niiden huomiointi laskelmissa on siis mahdollista, mikäli niiden rahallinen arvo pystytään mää-

rittämään riittävän tarkasti. Seuraavassa kuvassa on esitetty edellä esitellyn määritelmän perusteella täydennetty asiakasarvon viitekehys.



**Kuva 3.4:** Investoinnin asiakasarvon komponentit

Kuvassa esitetyn laskennallisen asiakasarvon määrittäminen perustuu kassavirtaennusteisiin. Asiakasarvoa määritettäessä kassavirtaennusteet diskontataan nykyhetkeen, jolloin investoinnille voidaan määrittää nettonykyarvo, siis *laskennallinen odotettu asiakasarvo* eli investoinnin tuottojen ja omistamisen kokonaiskustannusten erotus. Tässä yhteydessä ei oteta kantaa hyötyelementtien määrittelyyn ja jaotteluun tai niiden suuruuden selvittämiseen.

On hyvä tunnistaa laskennallisen asiakasarvon rajoitteet. Esimerkiksi taloudellisen laskusuhdanteen aikana myynti voi laskea, jolloin nettokassavirta on arveltua pienempi, jopa negatiivinen. Tällöin toteutuva asiakasarvokin on odotettua pienempi. Kyseinen tilanne ei kuitenkaan väistämättä vaikuta asiakasarvon suhdekomponenttiin: olisi kohutuutonta syyttää laitteistoa siitä, että tuottoja ei toimintaympäristön muutoksen vuoksi saada odotetulla tavalla. Tällaisessa tilanteessa suhdetekijöiden merkitys asiakasarvon komponenttina korostuu entisestään. Toteutuva asiakasarvo siis riippuu tuotteen ominaisuuksien ja asiakkaan käyttötavan lisäksi myös toimintaympäristön muutoksista. Laskennallinen asiakasarvo on suhdetekijöiden osalta puutteellinen tunnusluku.

## 4. JOUSTAVAT VALMISTUSJÄRJESTELMÄT

### 4.1. Joustava valmistusjärjestelmä

#### 4.1.1. Joustavan valmistusjärjestelmän määritelmä

Määritellään lyhyesti joustavien valmistusjärjestelmien komponentit sekä järjestelmille tyypilliset ominaisuudet.

Joustava valmistusjärjestelmä sisältää ainakin (Sethi & Sethi 1990, Kaighobadi & Venkatesh 1994):

1. Itsenäisiä NC-valmistuslaitteita
2. Keskitetyn materiaalinkäsittelyn
3. Keskitetyn ohjauksen, johon kuuluu sekä työstön- että materiaalinhallinta

Ominaisuuksiensa turvin järjestelmä kykenee (Lakso et al. 1991):

1. Ylläpitämään tuotantoa vähäisellä miehityksellä pidemmän aikaa
2. Työkappaleiden automaattiseen kuljetukseen siten, että niiden reitti on vapaa järjestelmän sisällä ja suunnitelluissa puitteissa
3. Tuottamaan jopa useita satoja erilaisia nimikkeitä ilman, että vaaditaan fyysisiä muutoksia järjestelmään

Joustavat valmistusjärjestelmät voidaan jakaa (Lakso et al. 1991):

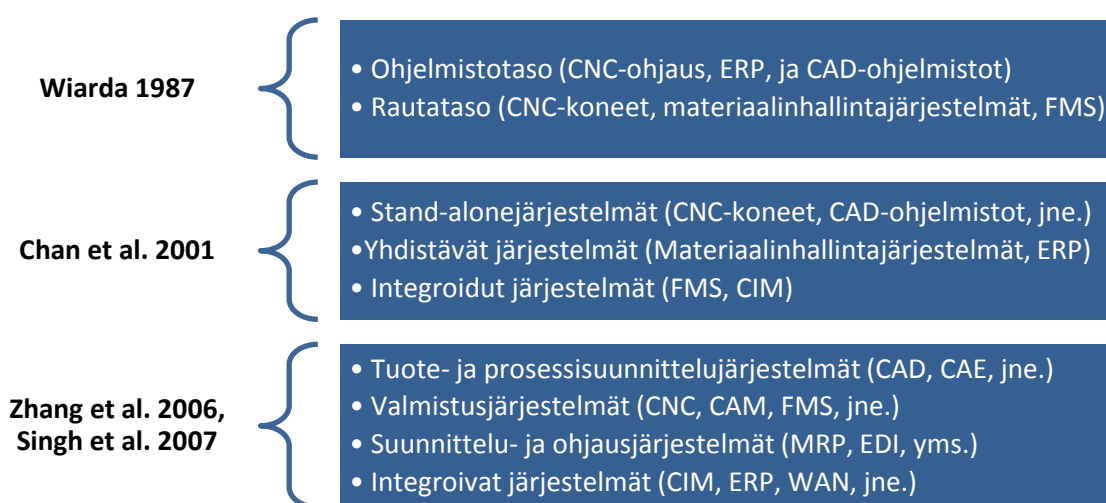
1. Joustaviin valmistusyksiköihin (FMU)
2. Joustaviin valmistussoluihin (FMC)
3. Joustaviin valmistusjärjestelmiin (FMS)
4. Joustaviin valmistustehtaisiin (FMF)

Eri järjestelmätyypit eroavat toisistaan laajuudeltaan ja toiminnoiltaan. Joustavaan valmistus yksikköön kuuluu vain yksi työstökone, kun taas joustava valmistustehdas on tuotantolaitoksen laajuinen järjestelmä.

Määritelmät ovat jo iäkkäitä. Ne ovat kuitenkin edelleen käyviä, sillä järjestelmien peruskonsepti on säilynyt pitkään samana. Määritelmä mahdollistaa hyvinkin erilaisten laitteistojen nimittämisen joustavaksi valmistusjärjestelmäksi.

### 4.1.2. Valmistusteknologioiden jaottelu

Kirjallisuudessa käsitellään usein *edistynyttä valmistusteknologiaa* (AMT, *Advanced Manufacturing Technology*). Tähän ryppäaseen kuuluu muun muassa suunnitteluun, tuotannonohjaukseen, materiaalinkäsittelyyn ja valmistukseen liittyviä teknologioita. Karkealla tasolla teknologiat siis ovat jaoteltavissa rautatasoon ja ohjelmistotasoon (esim. Wiarda 1987). Vaihtoehtoisesti teknologiat voidaan jaotella esimerkiksi integraatioasteen mukaan (Chan et al. 2001) tai käyttötavan mukaan (Zhang et al. 2006, Singh et al. 2007). Seuraavassa kuvassa on havainnollistettu näitä lähestymistapoja:



**Kuva 4.1:** Edistyneen valmistusteknologian jaottelutapoja

FM-järjestelmät voidaan asettaa useisiin teknologisiin lokeroihin. Havaitaan, että Wiardan (1987) jaottelu on hieman puutteellinen, sillä monet järjestelmät sisältävät sekä rautaa että ohjelmistoteknologioita. Chan et al.:n (2001) esittelemä jaottelu kuvaa valmistusteknologioita kattavasti. Tämän jaottelun mukaan korkeimman tason ratkaisut, integroidut järjestelmät, ovat alempien tasojen järjestelmien yhdistelmiä. Hieman vastaavaa jaottelua ovat käyttäneet Zhang et al. (2006) ja Singh et al. (2007). Näiden jaotteluiden mukaan joustavat valmistusjärjestelmät siis koostuvat muista valmistusteknologisista ratkaisuista. Nykypäivän valmistusjärjestelmissä suurin osa näistä edellä mainituista komponenteista on liitetty toisiinsa.

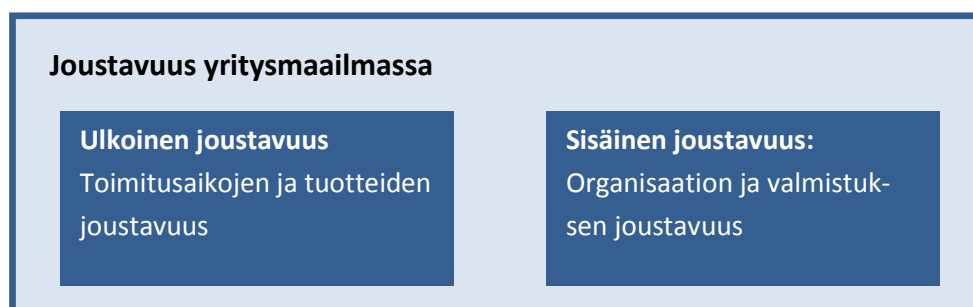
## 4.2. Joustavuus

### 4.2.1. Joustavuuden konsepti

Terminä joustavuus on monimerkityksinen ja sitä käytetään monissa tilanteissa (kts. esim. The Free Dictionary 2012). Yritysmailmassa termiä käytetään kuvaamaan esimerkiksi yrityksen kykyä sopeutua tai reagoida muutokseen mahdollisimman tehokkaasti (Upton 1994). Tuotantoympäristössä joustavuus voi tarkoittaa valmistusjärjes-

telmän kykyä vastata tuotantotarpeeseen epävarmuuden vallitessa, eli esimerkiksi asiakaskysynnän ja resurssitarjonnan aaltoillessa. (Yazici 2005) Tuotannon joustavuutta on akateemisessa maailmassa käsitelty viime vuosikymmeninä laajalti (kts. esim. Browne et al. 1984, Sethi & Sethi 1990, Hill & Chambers 1993, De Toni & Tonchia 1998, Kara & Kayis 2004 ja Kristianto et al. 2012).

Joustavuudelle on kirjallisuudessa esitetty lukuisia määrittelytapoja (De Toni & Tonchia 1998). Päätasolla joustavuutta voidaan käsitellä ulkoisesta ja sisäisestä näkökulmasta, kuten seuraava kuva havainnollistaa.



**Kuva 4.2:** Joustavuus yritysmaailmassa

Ulkoinen näkökulma on asiakkaalle näkyvä joustavuus: esimerkiksi erilaisten tuotekonfiguraatioiden määrä tai tilausten toimitusaika. Sisäisellä joustavuudella tarkoitetaan tekijöitä, jotka mahdollistavat ulkoisen joustavuuden. Ne parantavat kilpailukykyä, mutta eivät ole suoraan asiakkaan havaittavissa. Tällaisia tekijöitä voivat olla esimerkiksi lyhyt läpimenoaika tai modulaarinen valmistusrakenne. (Upton 1994) Osa sisäisen joustavuuden mahdollistamista, asiakkaalle näkyvistä, tekijöistä voidaan saavuttaa myös muilla keinoilla. Esimerkiksi lyhyt toimitusaika on tietyissä tapauksissa mahdollista saavuttaa valmistamalla tuotteita varastoon. Eri valintojen kustannusvaikutukset ovat erilaisia ja valinnat liittyvät erilaisiin tuotantostrategioihin. (kts. esim. Mechling et al. 1995, Singh et al. 2007)

#### 4.2.2. Valmistuksen joustavuus

Valmistuksen joustavuus ei ole yksittäinen ominaisuus. Termin käyttöä onkin kritisoitu, sillä joustavuuden parantamista käytetään esimerkiksi investointipäätösten perustelussa ilman tarkempaa määrittelyä. Yritys ei kuitenkaan voi tavoitella joustavuutta ominaisuutena, sillä se ei käytännön tasolla tarkoita mitään tiettyä seikkaa: kuminauhan joustavuus on yksikäsitteistä, valmistuksen ei. Yritysten tulisikin tutkia, millaisia *joustavuuden osatekijöitä* ne todellisuudessa tarvitsevat ja pyrkiä parantamaan toimintaansa juuri niiden suhteen (Hill & Chambers 1993).

Browne et al. (1984) ovat luoneet tuotantolaitteiston joustavuudelle määritelmän, johon viitataan edelleen usein. (kts. esim. De Toni & Tonchia 1998, Beach et al. 2000, Kristianto et al. 2012). Tuotantolaitteiston joustavuus jakautuu seuraaviin osatekijöihin.

### **1. Tuotantolaitteiden joustavuus**

Laitteiston sopeutuminen erilaisiin kappaletyyppeihin ja niiden muutoksiin (työkalujen vaihdot osien välillä, kappaleiden asetukset ja asetusajat).

### **2. Prosessijoustavuus**

Kyky tuottaa erilaisia osatyyppejä erilaisin menetelmin (kappaletta ei tarvitse valmistaa aina samoilla koneilla ja menetelmillä).

### **3. Tuotejoustavuus**

Kyky vaihtaa valmistusta tuotetypistä toiseen pienin kustannuksin (esimerkiksi kiinnitin- ja työkalukustannukset).

### **4. Reititysoustavuus**

Virheiden ja laiterikkojen sietokyky (tuotantojonon reititys uudelleen vikatilanteissa).

### **5. Volyymijoustavuus**

Järjestelmän käyttö eri volyymiasteilla (volyymimuutosten yhteydessä vaadittavat muutokset esimerkiksi henkilöstössä)

### **6. Laajennuksen joustavuus**

Mahdollisuus laajentaa tuotantojärjestelmää tuotantotarpeen kasvaessa (esim. modulaarisesti).

### **7. Tuotantojärjestyksen joustavuus**

Mahdollisuus muokata tuotantojärjestystä reaaliajassa esimerkiksi lisäten tuotantojonon väliin kiireellisiä tilauksia.

### **8. Valmistuksen joustavuus**

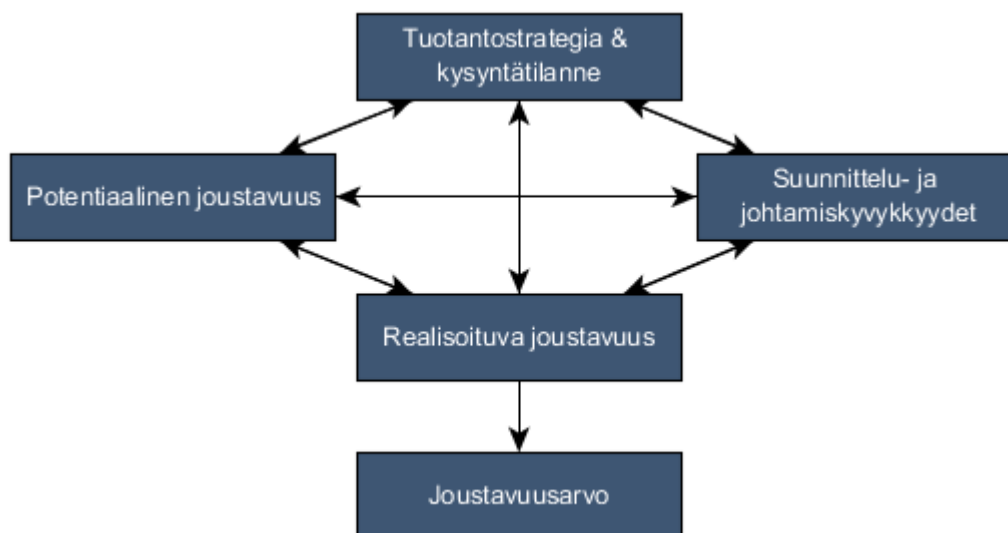
Kuinka monia erityyppisiä kappaleita järjestelmä kykenee valmistamaan tietyn aikajänteen sisällä. Seurausta edellä mainituista joustavuuksista.

Sethi & Sethi (1990) ja Hill & Chamber (1993) ovat täydentäneet tätä jaottelua esittelemällä muun muassa termit *materiaalinkäsittelyjoustavuus*, *ohjelmointijoustavuus*, *markkinajoustavuus* ja *toimitusaikajoustavuus*. Markkinajoustavuutta ja toimitusaikajoustavuutta ei tule kuitenkaan sekoittaa Browne et al.:n (1984) esittelemiin joustavuustyyppisiin, sillä Uptonin (1994) määritelmää soveltaen ne ovat ulkoisia joustavuustyyppisiä. Ne ovat seurausta monista yrityksen sisäisistä tekijöistä, osin myös valmistusjärjestelmästä. Toisaalta materiaalinkäsittelyjoustavuus ja ohjelmistojoustavuus voidaan määritellä tuotejoustavuuden, prosessijoustavuuden sekä tuotantolaitteiden joustavuuden avulla.

Vaikka tuotantolaitteistolla on erilaisia joustavuustekijöitä, on silti tärkeä huomata, että pelkästään laitteiston avulla ei voida ostaa joustavuutta, vaan se on seurausta myös organisaation johtamistavoista (Pyoun & Choi 1994), kuten joustavuustyyppistä käsiteltä-



essä huomattiin. Joustavuuden lähtökohdat ovat siis yrityksen toiminnassa ja sen organisaatiokulttuurissa. Laitteisto mahdollistaa joustavan toiminnan, mutta ei automaattisesti luo joustavuutta. Joustavia valmistusjärjestelmiä on mahdollista käyttää myös joustamattomaan varasto-ohjautuvaan sarjatuotantoon. Yrityksen tuleekin määritellä, kuinka paljon joustavuutta lopulta tarvitaan (Primrose 1996). Joustavuusvalintojen tulisi perustua yrityksen tuotantostrategiaan, joka taas on seurausta muun muassa kysyntätilanteesta. Joustavuuteen vaikuttavat muun muassa seuraavassa kuvassa esitellyt tekijät.



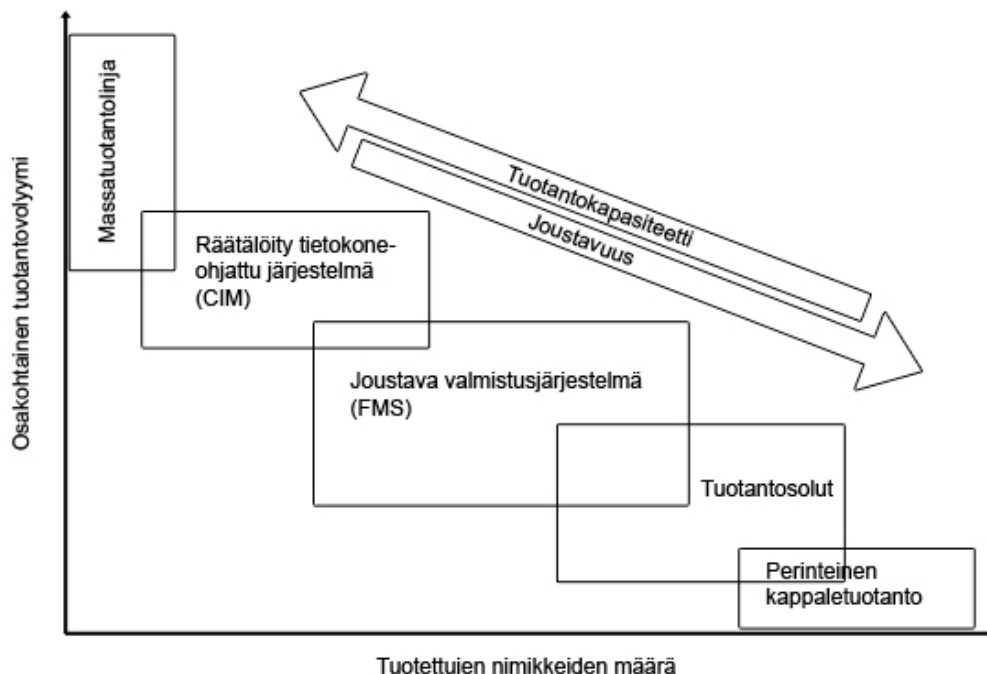
**Kuva 4.3:** Joustavuuden muodostuminen (mukaillen Pyoun & Choi 1994)

Tuotantostrategiassa tulee siis määritellä, millaiseen joustavuuteen pyritään ja millaisella laitteistolla tämä saavutetaan. Tästä muodostuu potentiaalinen joustavuus. Realisoituva joustavuus on riippuvaista yrityksen johtamiskyvykkyyksistä. Pyoun & Choin (1994) mukaan joustavuudelle voidaan määrittää myös rahallinen arvo, joka on seurausta *joustavuuden osatekijöiden hyödyistä*. Yksiselitteisen joustavuuden arvon määrittämiseen on kuitenkin suhtauduttava varauksella, sillä kirjallisuudessa ei olla aivan yhtä mieltä tällaisen arvon määritettävyydestä.

#### 4.2.3. Tuotantostrategiat

Yrityksen ei ole usein mahdollista valita matalan hinnan, lyhyiden toimitusaikojen, tuotannon laadun sekä ulkoisen joustavuuden välillä. Monien yritysten tulee pystyä vastaamaan useampiin näistä vaatimuksista. Perinteisillä valmistusteknologioilla (eli integroimattomilla työstökoneilla) ei tähän usein pystytä, sillä ne kykenevät yleensä vastaamaan tehokkaasti vain yhteen näistä vaatimuksista kerrallaan – esimerkiksi suuriin eräkokoihin tai tuotejoustavuuteen. (Mechling et al. 1995) Edistyneillä valmistusteknologioilla pyritään vastaamaan tähän haasteeseen pääasiassa kahdella tavalla: kustannus- säästöillä sekä parantamalla prosesseja. Yritykset eivät nykypäivänä voi valita joko mataliin kustannuksiin tähtäävää massatuotantoa tai laajaa asiakaskohtaista differentiointia,

vaan niiden väliltä täytyy löytää sopiva kompromissiratkaisu. (Mechling et al. 1995, Singh et al. 2007) Valmistusteknologioiden soveltuvuutta erilaisiin tuotantotarpeisiin ovat havainnollistaneet Aggarwal et al. (1993) seuraavan kuvan mukaisesti.



**Kuva 4.4:** Tuotantojärjestelmien soveltuvuus (mukaillen Aggarwal et al. 1993)

Alun perin jatkumossa on esitetty myös nimikemäärät ja volyymikoot. Nämä on viitekehysten iän vuoksi jätetty nyt pois. Jatkumo tarjoaa suuntaa antavan käsityksen siitä, millaiseen tarkoitukseen tuotantojärjestelmätyyppejä voidaan käyttää. Suurimpia volyymeja varten räätälöidyt linjat ovat tehokkaimpia, kun taas kaikkein joustavimpia ratkaisuja ovat yksittäiset tuotantokoneet. Joustavat valmistusjärjestelmät asettuvat näiden ratkaisujen väliin. Niillä pystytään valmistamaan keskisuurta nimikemäärää vaihtelevilla eräko'illa suhteellisen tehokkaasti. (Aggarwal et al. 1993) Joustavien valmistusjärjestelmien määritelmässä esitellyt joustavat tuotantosolut ovat luokiteltavissa joko tuotantosoluiksi tai FM-järjestelmiksi. Toisaalta yksittäiset paletinvaihtajat eivät periaatteessa ole tuotantosoluja, eivätkä myöskään perinteisen kappaletuotannon koneita. Jaottelu on siis tältä osin puutteellinen.

Joustava valmistusjärjestelmä voidaan hankkia hyvinkin erilaisiin tuotantotarpeisiin, kuten Aggarwal et al.:n (1993) esittämä viitekehys havainnollisti. Lee (1996) on esittänyt erään jaottelun FM-järjestelmillä toteutettaville tuotantostrategioille. Strategioita ja niiden eroja sekä tavoitteita on havainnollistettu seuraavassa taulukossa.

**Taulukko 4.1:** Tuotantostrategioiden erot tuotantoparametrien suhteen (mukaillen Lee 1996)

Volyymituotanto	JIT-tuotanto	Joustava kappaletuotanto
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suuret eräkoot</li> <li>• Suhteellisen vähän erilaisia nimikkeitä</li> <li>• Tavoitteena korkea käyttöaste</li> <li>• Henkilöstökustannusten vähentäminen</li> <li>• Keskeneräisen tuotannon vähentäminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eräkoot tarpeen mukaisesti (alkaen yhden kappaleen eristä)</li> <li>• Vähän erilaisia nimikkeitä</li> <li>• Tavoitteena korkeahko käyttöaste</li> <li>• Keskeneräisen tuotannon minimointi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pienet eräkoot</li> <li>• Paljon erilaisia nimikkeitä</li> <li>• Tavoitteena kohtuullinen käyttöaste</li> <li>• Kapasiteetin kasvattaminen</li> <li>• Kustannussäästöt</li> </ul>

Tuotantotavoitteesta riippuen FM-järjestelmillä voidaan tavoitella erilaisia hyötyjä. Kapasiteetin käyttöasteen maksimointi ja keskeneräisen tuotannon minimointi eivät välttämättä ole saavutettavissa samanaikaisesti. Esimerkiksi *JIT-tuotannossa* (*Just in Time, juuri oikeaan tarpeeseen, kts. esim. Gupta et al. 1999*) käyttöastetta ei siis aina ole käytännössä mahdollista nostaa yhtä korkealle kuin volyymituotannossa, sillä kuormitusilanne ei aina ole tasainen. Toisaalta Lee (1996) on tutkimuksessaan havainnut, että volyymituotantoa harjoittavien yritysten käyttöasteodotukset ja toteutuneet käyttöasteet erosivat toteumista eniten. Tavoitellut käyttöasteet olivat usein jopa yli 90 %, mutta niihin harvoin päästiin. Onkin havaittu, että usein käyttöasteen maksimointi kasvattaa läpimenoaika ja keskeneräistä tuotantoa, sillä kapasiteetin ollessa täydessä käytössä esimerkiksi kappaleiden odotusajat kasvavat lähes väistämättä. (Selladurai et al. 1995, Ullah 2011)

Tuotantostrategiat voivat muuttua ajan kuluessa esimerkiksi markkinatilanteen tai asiakastarpeen vaihdellessa. Tällöin myös vaatimukset tuotantojärjestelmiä kohtaan muuttuvat. Joustavat valmistusjärjestelmät helpottavat sopeutumista muutokseen (Primrose 1996) On kuitenkin tunnistettava, että joustavalla valmistusjärjestelmälläkään ei kannata pyrkiä valmistamaan liian laajaa tuotevalikoimaa. Koneet ja järjestelmä kannattaa optimoida tietyille tuotekoolle ja tietyille tuotetyypeille. (Hill & Chambers 1993) Suurilla koneilla ei välttämättä kannata valmistaa pieniä tuotteita. Myöskään tietyllä konetyypillä ei aina kannata valmistaa tiettyä tuotetta, vaikka se olisikin fyysisesti mahdollista. Joustavat valmistusjärjestelmät eivät sovellu myöskään yksittäiskappaletuotantoon.

### 4.3. FM-järjestelmien hyödyt ja uhraukset

#### 4.3.1. Hyötyjen ja uhrausten käsittely

Useimmat edistyneitä valmistusteknologioita käsittelevät tutkimukset luokittelevat valmistusteknologioiden hyödyt kahteen luokkaan: mitattaviin (*tangible*) ja vaikeasti mitattaviin (*intangible*). Vaikeasti mitattavat hyödyt ovat usein luonteeltaan strategisia (kts.

esim. Swann & O’Keefe 1993, Aggarwal et al. 1993, Primrose 1996, Chan et al. 2001). Tässä työssä valittiin aiemmin monipuolisempi lähestymistapa, jossa mitattavat hyödyt luokitellaan suoriin ja epäsuoriin. Vaikeasti mitattavat hyödyt käsitellään omana ryhmänä. (Perustuen Mieskonen 1988, Anderson et al. 2009) Joustavien valmistusjärjestelmien etuja ja haasteita on käsitelty kirjallisuudessa laajalti. Tutkimukset painottuvat 1980- ja 1990-luvun vaihteeseen, mutta myös tämän jälkeen on tehty joitakin tutkimuksia (kts. esim. Mieskonen 1988, Lakso et al. 1991, Primrose 1993, Aggarwal et al. 1993, Small & Chen 1995, Attaran 1997, Burcher & Lee 2000, Ordoobadi & Mulvaney 2001, Hoffman & Orr 2005, Hallila 2007). Kirjallisuudessa esiteltyjä hyötyjä on listattu liitteessä 3.

Seuraavassa tarkastellaan kirjallisuudessa esitettyjä FM-järjestelmien hyötyjä ja niiden jaottelutapoja. Tavoitteena ei ole listata kaikkia hyötyjä, vaan esitellä hyötyjen jaotteluperiaatteet, havainnollistaa hyötyjen luonnetta, sekä antaa esimerkkejä siitä millaisia hyödyt voivat olla. On myös huomattava, että hyötyjen jaottelu mitattaviin ja ei-mitattaviin ei ole yksiselitteistä. Esimerkiksi Mieskonen (1988) määrittelee säästöt keskeneräisessä tuotannossa epäsuoriksi (mitattaviksi) hyödyiksi kun Swann & O’Keefe (1993) taas lukevat ne vaikeasti mitattaviksi hyödyiksi. Myös hyödyn, seurauksen ja mittarin erot on hyvä huomioida: esimerkiksi käyttöasteen kasvaminen ei ole hyöty, vaan seuraus. Juurisyiden kartoitukseen voidaan käyttää esimerkiksi aiemmin esiteltyä *value mapping* -tekniikkaa (kts. Anderson et al. 2009, s. 359—361). Esimerkki tekniikan käytöstä on esitelty liitteessä 4.

#### 4.3.2. Suorat ja epäsuorat hyödyt

Kuten luvussa *Asiakasarvo* määriteltiin, tässä työssä jaetaan mitattavat hyödyt suoriin ja epäsuoriin. Suorat hyödyt ovat hyötyjä, jotka ovat suhteellisen helposti mitattavissa. Epäsuorat hyödyt ovat helposti pääteltävissä, mutta niiden tarkka määrittäminen ja kommunikointi etukäteen voi olla haastavaa. Useimmiten molemmat näistä hyötytyypeistä määritellään kirjallisuudessa mitattaviksi (*tangible benefits*). (kts. esim. Swann & O’Keefe 1993, Aggarwal et al. 1993, Chan et al. 2001, Ordoobadi & Mulvaney 2001, jne.) Yhteistä mitattaville hyödyille on se, että ne voidaan sisällyttää investointilaskelmiin euromääräisinä. Toisin sanoen näitä hyötyjä voidaan käsitellä taloudellisten arviointimenetelmien, kuten esimerkiksi perinteisten investointilaskentamenetelmien, avulla. (Mieskonen 1988, Aggarwal 1993)

Seuraavassa taulukossa on esitelty hyötyjä, jotka on kirjallisuudessa määritelty mitattaviksi. Esille on otettu useimmiten mainittuja joustavien valmistusjärjestelmien hyötyjä. Hyödyt on pyritty jaottelemaan kategorioihin, ja havainnollistamaan millaisilla mittareilla ne ovat mitattavissa.

**Taulukko 4.2:** FM-järjestelmien mitattavia hyötyjä (Mieskonen 1988, Primrose 1993, Ordoobadi & Mulvaney 2001)

Hyöty	Kategoria	Mittarit
Asetusaikojen väheneminen	Suora	Käyttöaste
Energiasäästöt	Suora	Laitteiston energiankulutus
Henkilöstösäästöt	Suora / epäsuora	Henkilöstökustannukset
Lattiapinta-alan säästö	Suora	Järjestelmän vaatima tila
Säästöt materiaalikustannuksissa	Suora / Epäsuora	Raaka-aineen kulutus, susi-%
Tuottavuuden kasvu	Suora	Koneiden tehokkuus, käyttöaste
Pienemmät varastokustannukset	Suora / Epäsuora	Sisäiset logistiikkakustannukset
KET:n vähentäminen	Epäsuora	Varaston arvo
Lopputuotevaraston pienentäm.	Epäsuora	Varaston arvo
Hallinnon kustannussäästöt	Epäsuora	Tuotannonsuunnittelukustan.

Taulukossa esitetyt mittarit ovat esimerkkejä, eikä niitä ole mainittu lähteissä. Henkilöstösäästöt voivat olla luonteeltaan suoria tai epäsuoria. Suoria säästöjä ovat esimerkiksi tuotannon käyttöhenkilöstön väheneminen ja epäsuoria säästöjä vaikkapa varaston paremmasta organisoinnista ja vähentyneistä siirtelyistä johtuvien kustannusten väheneminen. Erilaiset materiaalinkäsittelykustannukset voivat muodostaa jopa 40 % tuotteen valmistuskustannuksista, ja materiaalinhallinta voi olla usein tuotannon pullonkaula (Chen et al. 1994).

Tuottavuuden kasvu voi olla seurausta esimerkiksi koneiden lisääntyneestä tehokkuudesta sekä taukojen ja asetusaikojen vähenemisestä. Tuottavuuden kasvu on mitattavissa ja arvioitavissa etukäteen esimerkiksi käyttöasteen avulla. Keskenäisen tuotannon ja lopputuotevaraston väheneminen ovat etukäteen vaikeammin arvioitavissa, mutta näiden hyötyjen arvolle voidaan joka tapauksessa antaa ainakin suuntaa antava arvio. Hallinnon kustannussäästöt voivat olla seurausta esimerkiksi tuotannonsuunnittelun yksinkertaistamisesta FM-järjestelmiin sisältyvän materiaalinhallinnan vuoksi. Materiaalikustannussäästöt voivat olla joko suoria (esimerkiksi pienemmät työvarat) tai epäsuoria (laatu-kustannusten pieneminen). (Mieskonen 1988)

#### 4.3.3. Vaikeasti mitattavat hyödyt

Toinen usein kirjallisuudessa käsitelty hyötytyyppi ovat ei-mitattavat hyödyt. (kts. esim. Swann & O’Keefe 1993, Aggarwal et al. 1993, Chan et al. 2001, Ordoobadi & Mulvaney 2001, jne.) Vaikeasti mitattavat hyödyt voivat muodostaa merkittävän osan FM-järjestelmien hyödyistä, mutta niiden tarkkojen vaikutusten analysointi on kuitenkin haastavaa. Usein tekijät jätetäänkin laskelmien ulkopuolelle. (Swann & O’Keefe 1993, Aggarwal et al. 1993) Vaikeasti mitattavien hyötyjen vaikutukset ovat usein hyvin laajoja, niin sanotusti järjestelmän laajuisia (*system-wide*). Ne vaikuttavat moniin asioihin, ja tämä tekee arvioinnista entistäkin haastavampaa. (Ordoobadi & Mulvaney 2001) Seu-

raavassa taulukossa on esitelty hyötyjä, jotka on kirjallisuudessa määritelty vaikeasti mitattaviksi.

**Taulukko 4.3:** FM-järjestelmien vaikeasti mitattavia hyötyjä (Mieskonen 1988, Ordoobadi & Mulvaney 2001, Hoffman & Orr 2005)

Hyöty	Mittarit
Tuotejoustavuus	Tuotantokappalemäärä, asetusajat
Lyhyt tuotannon läpimenoaika	Tuotannon läpimenoaika
Prosessijoustavuus	Läpimenoaika, eräkoot, asetusajat
Nopea toimitusaika	Läpimenoaika
Kasvanut myynti/markkinaosuus	Nopeampi reagointi markkinamuutoksiin
Volyymijoustavuus	Vapaa kapasiteetti, ulkoistuksen kustannukset
Parempi yrityskuva	Myynti, uusien asiakkuuksien määrä
Parantunut kilpailukyky	Tuotantokustannussäästöt
Työolojen paraneminen	Henkilöstön tyytyväisyys
Helpompi tuotannonohjaus	Tuotannonohjauskustannukset, läpimenoaika

Taulukossa hyödyiksi on pyritty tunnistamaan seikat, jotka lopulta realisoituvat parantuneina kassavirtoina. Vaikeasti mitattavat hyödyt ovat luonteeltaan hyvin erilaisia. Esimerkiksi lyhyt läpimenoaika ei ole varsinainen hyöty, vaan se mahdollistaa muita hyötyjä, kuten esimerkiksi keskeneräisen tuotannon vähenemisen ja lyhemmän toimitusajan. Volyymijoustavuus ja helpompi tuotannonohjaus ovat varsin yksiselitteisiä hyötyjä, kun taas parantunut kilpailukyky ei ole. Volyymijoustavuus on seurausta muun muassa miehittämättömän tuotannon mahdollisuudesta. Mikäli järjestelmä mitoitetään toimimaan täydellä kapasiteetillaan, miehittämättömän tuotannon avulla voidaan joustaa alaspäin – ja päinvastoin (kts. Primrose 1996). Parantunut kilpailukyky taas voi olla seurausta esimerkiksi parantuneesta laadusta, laskeneesta myyntihinnasta tai lyhentyneestä toimitusajasta. Kirjallisuudessa esiteltyjä hyötyjä on tältä osin kritisoitava: juurisyitä ei usein ole määritetty.

Huomataan kuitenkin, että vaikeasti mitattavat hyödyt ovat arvioitavissa tietyin mittarein. Tietyn tekijän vaikutusta esimerkiksi kasvaneeseen markkinaosuuteen on kuitenkin vaikea analysoida, jos monet tekijät vaihtuvat kerralla. Suuri osa FM-järjestelmien hyödyistä liittyy lisääntyneeseen myyntiin. Tähän vaikuttavat niin tuotteiden laatu, kapasiteetin lisääntyminen kuin asiakaspalvelun paraneminenkin. Näin ollen investointilaskelmista ei voida jättää huomioimatta myynnin lisääntymistä: pelkkien suorien säästöjen huomioinnilla investoinnin perustelu voi olla mahdotonta. (Primrose 1993) Vaikeasti mitattavien hyötyjen vaikutus voidaan siis huomioida kysyntä- ja myyntiennusteissa. Kun lisämyynti sisällytetään investointilaskelmiin, saadaan myös hyödyt huomioitua.

#### 4.3.4. Uhraukset, heikkoudet ja rajoitteet

Tämä tutkimus ei keskity FM-järjestelmien uhrausten tarkkaan selvittämiseen, joten järjestelmien kustannusrakennetta tarkastellaan vain pääpiirteittäin. Varsinaisten uhrausten lisäksi käsitellään myös järjestelmien heikkouksia ja niiden käytön rajoitteita. FM-järjestelmien suurin yksittäinen kustannus on hankintahinta. FM-järjestelmiä käsittelevässä kirjallisuudessa korkea hankintahinta mainitaankin usein järjestelmien merkittävimpänä heikkoutena. (kts. esim. Swann & O’Keefe 1993, Ordoobadi & Mulvaney 2001). FM-järjestelmien on myös havaittu lisäävän tuki- ja huoltokuluja, ja niiden laajentamisen on havaittu olevan haastavampaa kuin investointihetkellä on oletettu. (Mehrabi et al. 2002)

FM-järjestelmien käyttöönotto voi osoittautua haastavaksi. Käyttöönoton yhteydessä vaaditaan usein koulutusta, sillä järjestelmät vaativat erilaista osaamista kuin integroimattomat koneet. On havaittu, että koulutuksen määrän – ja laadun – sekä käyttöönotto-projektin onnistumisen välillä on selvä positiivinen korrelaatio. Projektin onnistumista voidaan mitata tässä tapauksessa sillä, toteutuuko käyttöönotto aikataulussa ja saavutetaanko haluttu käyttöaste odotetusti. (Ogden 1993, Sánchez 1996, Kuisma 2007) Järjestelmien käyttöönoton yhteydessä voi esiintyä muutosvastarintaa, kuten suuremmissa muutostilanteissa usein tapahtuu. Muutosvastarinta voi liittyä etenkin tilanteisiin, joissa henkilöstöä joudutaan irtisanomaan investoinnin vuoksi. Näin kuitenkin harvemmin käy, sillä järjestelmien avulla useimmiten lisätään tuotantoa. (Mehling 1995, Sánchez 1996) Järjestelmien tehokas käyttö vaatii monissa tapauksissa toimintakulttuurin muutosta, joten koko tuotanto-organisaation on sitouduttava uuteen toimintamalliin. (Singh et al. 2007) Kootusti voidaan siis todeta, että investointien toteutusvaihe on hyvä suunnitella tarkkaan ja huolehtia tiedotuksesta sekä henkilöstön huomioinnista muutosvastarinnan minimoimiseksi. Hyvällä ennakosuunnittelulla on ratkaiseva merkitys investointiprojektin toteutumiseen ja tuotannon käynnistymiseen sovitus aikataulun mukaan (Kuisma 2007).

Lopulta rajoitteena voidaan pitää myös järjestelmien todellista joustavuutta. Usein joustava valmistusjärjestelmä on nimestään huolimatta esimerkiksi tuotevariaatioiden suhteen joustamattomampi kuin automatisoimattomista integroimattomista koneista koostuva tuotantojärjestelmä. Tämä johtuu muun muassa kiinnitinteknologian rajoitteista: erilaisia kiinnittimiä ei kannata pitää varastossa suuria määriä. Järjestelmältä haluttu joustavuus tuleekin määritellä etukäteen. Joustavuutta ei tule ylivoimistaa, sillä tämä voi realisoitua alhaisena tehokkuutena, kuten tuotantostrategioita käsiteltäessä havaittiin. Tällöin järjestelmä jää auttamatta tavoitteistaan. (Hill & Chambers 1993, Primrose 1996, Mehrabi et al. 2002)

#### 4.4. Joustava valmistusjärjestelmä investointina

FM-järjestelmäinvestoinneilla voidaan pyrkiä hyvin erilaisiin tavoitteisiin. Kuten alaluvussa *Tuotantostrategiat* havaittiin, FM-järjestelmiä voidaan käyttää eri tavoin. Myös investointitavoitteet voivat siis erota toisistaan. Investointitavoitteisiin vaikuttavat taloudellisten ja tuotannollisten tekijöiden ohella myös muut seikat, esimerkiksi yrityksen päättäjien henkilökohtaiset preferenssit. Näihin ei tässä työssä kuitenkaan oteta kantaa. Seuraavaan taulukkoon on koottu aiempien investointitavoitteita koskevien tutkimusten tuloksia.

**Taulukko 4.4:** FM-järjestelmäinvestointien tavoitteita

Primrose 1996	Attaran 1997	Burcher & Lee 2000	Hoffman & Orr 2005
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Myynnin lisääminen</li> <li>• Katteen parantaminen</li> <li>• Tuottamattomien tilausten karsiminen</li> <li>• Materiaalisäästöt</li> <li>• Tuotantokustannussäästöt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kustannussäästöt</li> <li>• Laadun parantaminen</li> <li>• Tuotannon ohjattavuus</li> <li>• Reagointi markkinamuutoksiin</li> <li>• Joustavuus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kilpailuedun saavuttaminen</li> <li>• Suorat taloudelliset edut</li> <li>• Kilpailuun vastaaminen</li> <li>• Yrityskuvan parantaminen</li> <li>• Osaamispuute</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reagointi tuotemuutoksiin</li> <li>• Työvoimatekijät</li> <li>• Volyyمیمuutokset</li> <li>• Asetusaikojen minimointi</li> <li>• KET:n minimointi</li> </ul>

Tavoitteet on esitetty tärkeysjärjestyksessä siten, että tärkeimmäksi havaittu on mainittu ylimpänä. Voidaan havaita, että tutkimuksissa on päädytty samankaltaisiin tuloksiin. Useimmiten investoinneilla tähdätään tuotannon tehokkuuden paranemiseen tai kustannussäästöihin, kuten edellisessä alaluvussa tunnistettujen FM-järjestelmien hyötyjen perusteella on syytä olettaakin. Myös ulkoiset tekijät, esimerkiksi yrityskuvan paraneminen sekä reagointi markkina- ja tuotemuutoksiin, voivat olla investointeja puoltavia tekijöitä. Tutkimusten ja niissä havaittujen investointisyyden suora vertailu ei kuitenkaan ole mielekästä, sillä tunnistetut tekijät eivät ole täysin yhteismitallisia: kilpailuedun saavuttaminen voi olla seurausta esimerkiksi kustannussäästöistä tai laadun paranemisesta.

Perusteiltaan FM-järjestelmäinvestointi ei käytännön toteutukseltaan eroa muista tuotantohyödykeinvestoinneista: investoinnin päävaiheet ovat siis vastaavat kuin investoinneissa yleensä. Vaatimusten määrittelyprosessi voi olla vastaava kuin työstökoneiden tapauksessa. Menetelmänä voidaan käyttää esimerkiksi kriittisen polun analyysiä (*CPA*, *Critical Path Analysis*). Koneita ja muita komponentteja valitessa päätetään, millaiseen tuotejoustavuuteen laitteiston on kyettävä. Käytännössä on siis kyse esimerkiksi kappalekoosta ja -geometriasta. Lisäksi on tehtävä muun muassa kapasiteettivalintoja. (Primrose 1996) Stam & Kuula (1991) ovat rakentaneet kattavan viitekehyksen järjestelmän valintaa ja konfigurointia varten. Viitekehys on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 6.



Viitekehyksestä voidaan havaita, että FM-järjestelmäinvestointi on lopulta hyvin monimutkainen kokonaisuus. On kuitenkin huomattava, että lähes kaikki viitekehysten sisältämät muuttujat tulee huomioida myös muita valmistusjärjestelmiä arvioitaessa.

Kiteytettynä FM-järjestelmää valittaessa on määritettävä investointibudjetti, haluttu kapasiteetti, tuotettavat tuotteet ja eräkoot, vaadittu joustavuustaso, käyttöaikataulu, tavoitekustannukset ja hyväksyttävä riskitaso. (Stam & Kuula 1991) Voidaan havaita, että monet näistä valinnoista liittyvät tiiviisti edellä esiteltyihin järjestelmien hyötyihin ja kustannuksiin. Näin ollen saavutettavat hyödyt tulevatkin osin sinetöidyiksi jo hankintavaiheessa. Näiden valintojen perusteella määritellään järjestelmän fyysiset ominaisuudet. Primrosen (1996) mukaan määriteltäviä ominaisuuksia ovat esimerkiksi:

1. Työstökoneiden koko
2. Työstökoneiden määrä ja tyyppi
3. Työkaluvaraston koko
4. Paletti- ja materiaalivaraston koko

Nykypäivän FM-järjestelmät koostuvat useimmiten standardoiduista komponenteista ja moduuleista. Ostotilanteessa asiakas voi valita tietyn järjestelmäkonfiguraation ja tuotantotarpeen muuttuessa järjestelmiä on mahdollista tarpeen mukaan laajentaa, muuttaa tai modernisoida esimerkiksi kapasiteetti- ja tuotevaatimusten vaihdellessa. (Primrose 1996)

#### 4.5. FMS-investointien asiakasarvon elinkaarimalli

Alaluvussa *Asiakasarvomalli* koostettiin arvomallin hahmotelma. Investointilaskelmia käsiteltäessä sitä sovellettiin investointeihin alaluvussa *Investointien asiakasarvon elinkaarimalli*. Nyt tätä viitekehystä hyödynnetään FM-järjestelmäinvestointien asiakasarvon analysointiin. Ennen hyötyjen tarkastelua määriteltäköön, millä perusteella hyödyt ja kustannukset mallia sovellettaessa jaotellaan:

- Hyöty luo asiakkaalle lisäarvoa. Asiakkaan tuotantoa tai liikevaihtoa lisäävät tai vaihtoehtoisesti kilpailukykyä parantavat tekijät ovat hyötyjä.
- Kustannus vähentää asiakkaan kokemaa arvoa. Kustannussäästöt kasvattavat asiakkaan liikevoittoa tai parantavat kilpailukykyä.

Edellä esiteltyt FM-järjestelmien hyödyt kategorisoidaan näillä perusteilla. Kuten havaitaan, kirjallisuudessa käytetyn hyötyjaottelun ja yllä määritellyn jaottelutavan välillä on ristiriita. Kirjallisuudessa esimerkiksi henkilöstösäästöt luetaan usein FM-järjestelmien hyödyiksi. Henkilöstösäästöt voidaan toki nähdä hyötynä, mutta vertailtaessa kilpailevia vaihtoehtoja ne ovat kuitenkin pienentyneitä uhrauksia. Näin ollen hyötyjä kategorisoidessa kaikki kustannuselementit jaotellaan uhrauksiksi yhtä poikkeusta lukuun ot-

tamatta: kertaluontoisia säästöjä voidaan luokitella myös hyödyiksi, mikäli niiden sisällyttäminen hankintakustannuksiin tai käyttökustannuksiin ei ole mahdollista. Asiakasarvoa voidaan siis kasvattaa joko lisäämällä asiakkaan liikevaihtoa tai parantamalla tämän kannattavuutta.

Määrittelyä vaatii myös hyöty- ja uhraustyyppien jaottelu. Määritellään perusteet, joilla tuotantolaitteinvestointien hyöty- ja uhrauselementit jaotellaan suhde- ja käyttötekijöihin sekä tuotetekijöihin.

- Tuotehyötyjä ovat hyödyt, jotka asiakas saavuttaa hankkimalla tuotantojärjestelmän. Näitä voivat olla esimerkiksi kustomointi, tekninen laatu ja tuotteen mahdollistamat toiminnallisuudet.
- Käyttötekijöitä ovat seikat, joihin asiakas voi toimillaan vaikuttaa. Tällaisia ovat esimerkiksi joustavuuteen ja kapasiteetin käyttöön liittyvät hyödyt. Käyttökustannuksiksi luokitellaan kaikki tuotantojärjestelmän käyttöön liittyvät kustannukset.
- Suhdetekijöitä ovat tekijät, joita ei ole tarjoamassa hinnoiteltu. Suhdehyötyjä ovat esimerkiksi imago, yhteistyö ja luottamus. Suhdekustannukset ovat yksinkertaisempia: niitä ovat aika ja vaiva.

Havaitaan siis, että kustannusten jaottelu ja määrittely on suhteellisen yksinkertaista. Hyötyjen jaottelu on haastavampaa. On kuitenkin huomattava, että jaottelun korkea tarkkuus ei lopulta tarjoa mallin käyttäjälle juurikaan lisäarvoa. Viitekehys ja sen perusteella tehtävä jaottelu tarjoaa keinon ymmärtää asiakasarvon koostumusta. Tarkan jaottelun sijaan onkin tärkeämpää kiinnittää huomiota siihen, miten hyötyjä ja kustannuksia pystytään mallintamaan: lopulta ei ole väliä mallinnetaanko tekijää tuotehyötynä vai käyttöhyötynä. Seuraavassa kuvassa on karkealla tasolla jaoteltu FM-järjestelmien hyötyjä eri kategorioihin edellä esiteltyjen määritelmien perusteella. Viitekehystä on täydennetty myös tässä luvussa mainitsemattomilla hyödyillä, jotka ovat kuitenkin relevantteja myös tuotantojärjestelmiä tarkasteltaessa.



**Kuva 4.5:** FM-järjestelmien asiakasarvon elinkaarimalli

Mallin läpikäyminen aloitetaan vaatimuksista. Mikäli kyseessä on investoinnin arviointi, eli odotetun asiakasarvon määrittäminen, on päätettävä millaisia vaatimuksia järjestelmälle asetetaan. Apuna tässä voidaan käyttää luvuissa *Investointien arviointi* ja *Joustavat valmistusjärjestelmät* esiteltyjä viitekehyksiä. Vaatimusmäärittelyssä päätetään siis esimerkiksi tuotettavat tuotetyypit, kapasiteettitarve ja tilankäyttörajoitukset. Jos analysoidaan olemassa olevan tuotantojärjestelmän koettua asiakasarvoa, ei vaatimusmäärittelyä luonnollisesti tarvita.

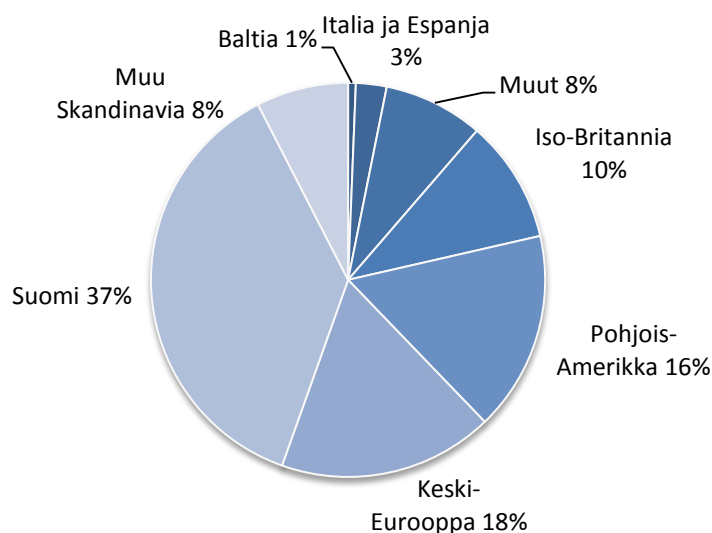
Hyödyt ja kustannukset voidaan määrittää kahdella tavalla. Laajempi tapa on määrittää absoluuttinen asiakasarvo, jolloin kaikkien relevanttien kustannusten ja hyötyjen tulee olla tiedossa. Toisaalta asiakasarvo voidaan määrittää myös suhteellisenä, jolloin vertaillaan kahta tarjoamaa. Tällöin voidaan määrittää vain hyötyjen ja kustannusten merkittävät erot, joten lopputulokseksi saatu asiakasarvo on tarjoamien asiakasarvojen erotus. Hyötyjen ja kustannusten määrittämistä tarkastellaan tarkemmin luvussa *Joustavien valmistusjärjestelmien asiakasarvo*.

## 5. FASTEMS OY AB

### 5.1. Fastemsin organisaatio ja myynti

Fastems Group on kansainvälisillä markkinoilla toimiva suomalaisomisteinen automaatio- ja ratkaisujen toimittaja. Fastems tarjoaa muun muassa joustavia valmistusjärjestelmiä, robotiikkaa, työvälineitä ja näihin liittyviä elinkaari palveluita. Lisäksi Suomen ja Baltian maiden liiketoimintoihin kuuluu työstökoneiden maahantuonti ja myynti. Joustaviin valmistusjärjestelmiin perustuvassa automaatiiossa Fastems on johtava toimija maailmassa. Vuonna 2011 Fastemsin liikevaihto oli noin 81 miljoonaa euroa. Yrityksen palveluksessa oli vuoden lopussa 413 henkilöä, joista 60 Suomen ulkopuolella. Fastems on osa Helvar Merca -konsernia.

Vuonna 2011 viennin osuus Fastemsin liikevaihdosta oli noin 63 prosenttia. Fastemsin tärkeimpiä markkina-alueita ovat Keski-Eurooppa ja Pohjois-Amerikka. Lisäksi Kiinan kehittyvien automaatiomarkkinoiden tärkeys on lisääntynyt ja ne tarjoavat tulevaisuudessa huomattavia kasvumahdollisuuksia. Tärkeimmät asiakassegmentit ovat yleinen konepajateollisuus ja ilmailuteollisuus. Fastemsin myynnin jakautuminen markkina-alueittain on esitetty seuraavassa kuvassa.



**Kuva 5.1:** Fastemsin myynti markkina-alueittain vuonna 2011

Huolimatta viennin alati kasvavasta merkityksestä Suomi oli vuonna 2011 suurin yksittäinen markkina-alue. Suomen myynnistä merkittävän osan muodostaa kuitenkin maahantuontiliiketoiminta, jota ei Baltian maiden ja Suomen lisäksi muilla markkina-

alueilla harjoiteta. FM-järjestelmämarkkinoilla Suomen merkitys on hyvin pieni, sillä uusien järjestelmien myynnistä Suomi muodostaa enää yhden prosentin.

## 5.2. Fastemsin joustavat valmistusjärjestelmät

Fastemsin ensimmäinen FM-järjestelmä toimitettiin 30 vuotta sitten, joten vuosi 2012 on Fastemsiin juhlavuosi. Yhteensä FM-järjestelmiä on toimitettu yli 1000 kappaletta, joista tämän vuosituhannen puolella noin 80 %. Suurin osa toimitetuista järjestelmistä on edelleen käytössä. Vanhimmat järjestelmät on käytännössä poikkeuksetta modernisoitu, osa useampaan kertaan. Perusjärjestelmän elinkaari on siis hyvin pitkä. Fastemsin FM-järjestelmät jakautuvat modulaarisiin ja asiakasräätälöitäviin ratkaisuihin. Lisäksi järjestelmille tarjotaan eritasoisia elinkaaripalveluita yksittäisistä huoltokäynneistä ja etätuesta laajoihin huoltosopimuksiin. Elinkaaripalveluihin kuuluvat myös järjestelmien modernisoinnit, muutostyöt ja siirrot paikasta toiseen. (kts. Fastems 2012)

Fastemsin ratkaisuihin *joustavat palettikontit (FPC, Flexible Pallet Container)* sekä *joustavat palettimakasiinit (FPM, Flexible Pallet Magazine)* ovat modulaarisia ratkaisuja. Modulaarisia ratkaisuja ei räätälöidä asiakaskohtaisesti, vaan ne koostuvat ennalta määrättyistä moduuleista, joista asiakas kokoonpanonsa valitsee. Palettikonttiin voidaan liittää korkeintaan kaksi työstökoneita, palettimakasiiniin kymmenen. Modulaariset ratkaisut ovat kappalemittojen sekä kappalepainojen suhteen rajatumpia kuin räätälöidyt. Niihin ei voida sisällyttää esimerkiksi materiaalivarastoa, robottisolua tai erimallisia työstökoneita. Modulaarisuuden ja rajoitettujen funktionaalisuuksien avulla saavutetaan edullisempi hankintahinta sekä nopeampi toimitusaika kuin täysin asiakasräätälöidyissä ratkaisuissa.

Räätälöidyt ratkaisut ovat *MLS-järjestelmiä (Multi Level System)*. Ne ovat rakenteeltaan hyvin joustavia, sillä jokainen järjestelmä räätälöidään asiakaskohtaisesti. Mukaan voidaan sisällyttää esimerkiksi materiaalivarasto, *keskitetty työkaluvarasto (CTS tai GTS)*, robottisoluja, tai hyvin suurikokoisia räätälöityjä paletteja. Robottisolut voivat esimerkiksi palvella sorveja tai poistaa koneistusjäysteitä. MLS-järjestelmiin voidaan liittää käytännössä rajoittamaton määrä erimallisia tai merkkisiä työstökoneita. Asiakkaan tarpeista riippuen MLS-järjestelmät voivat siis vaihdella laajuudeltaan aina palettikonttia vastaavasta järjestelmästä koko tehtaan laajuiseen järjestelmään.

Erillään näistä ratkaisuista tarjotaan kirjoitushetkellä (12/2012) konseptivaiheessa olevaa *RoboFMS*-ratkaisua. RoboFMS:n idea vastaa perinteistä FMS:ää, mutta hyllystöhissin tilalla on koneita palveleva robotti. RoboFMS:n avulla voidaan automatisoida myös koneita, joissa ei ole paletin vaihtajaa. Lisäksi sen avulla voidaan säästää paletti- ja kiinnitinkustannuksissa, sillä suurta palettivarastoa ei aina tarvita. Tästä huolimatta voidaan saavuttaa huomattaviakin miehittämättömän tuotannon jaksoja. RoboFMS on kone-tyyppien integroitavuudessa perinteistä FM-järjestelmää joustavampi.

### 5.3. Kilpailevat ratkaisut

Joustavan automaation markkinoiden kilpailutilanne on mielenkiintoinen. Markkinoilla on vastaavia järjestelmiä, joita tarjoavat esimerkiksi saksalaiset Liebherr ja Schuler sekä japanilainen Yamazaki Mazak. (kts. Liebherr 2012, Mazak 2012, Schuler 2012) Kilpailijoiden tarjoamat ovat tällä hetkellä ominaisuuksiltaan ja toiminnallisuuksiltaan Fastemsia rajatumpia, mutta kilpailutilanne kehittyy jatkuvasti. Esimerkiksi Mazakin ratkaisuihin voi liittää vain sen omia työstökoneita ja Liebherrin palettikokovaihtoehdot ovat Fastemsia rajatumpia. Vastaavia ratkaisuja vastaan kilpailtaessa suorat ja epäsuorat hyödyt eivät ole tärkeässä asemassa: valmistajasta riippumatta voidaan saavuttaa hyvin samankaltaisia hyötyjä. Kilpailutekijät ovat tällöin erilaisia: kilpailijat eivät välttämättä pysty tarjoamaan lainkaan ratkaisua tiettyyn tuotantotarpeeseen tai heidän ratkaisunsa ovat laajennettavuuden ja koneintegraation suhteen rajatumpia. Luonnollisesti tilanne voi olla Fastemsin kannalta myös päinvastainen.

Tällä hetkellä merkittävimpiä kilpailijoita useimmilla markkina-alueilla ovat integroimattomat työstökoneet joko konekohtaisella palettiautomaatiolla tai ilman automaatiota. Konekohtaisen palettiautomaation (useamman paletin vaihtajalla) sisältävät työstökoneet ovat hyvin lähellä joustavia valmistusyksiköitä – ne vastaavat jossain määrin joustavaa palettikonttia (FPC), johon on integroitu vain yksi työstökone. Niillä voidaan saavuttaa useiden tuntien mittaisia miehittämättömän tuotannon jaksoja. Esimerkiksi tuotantojärjestys on kuitenkin rajatumpi ja yksi työntekijä voi käytännössä käyttää vain yhtä konetta, sillä palettipoolilla varustettuja koneita ei voi liittää yhteen.

Myös työstökoneet ilman palettiautomaatiota ovat edelleen kilpailevia ratkaisuja. Yksittäisiä työstökoneita ilman palettiautomaatiota voidaan käyttää samanlaisiin tuotantotarpeisiin kuin FM-järjestelmiäkin, mutta useimmissa tapauksissa työstökoneissa on nykyisin vähintään kahdesta paletista koostuva vaihtaja. Työstökoneet, joissa ei ole paletin vaihtajaa eivät sovellu täysin samanlaiseen tuotantotarpeeseen kuin FMS – ainakaan jos tavoitteena on tuotannon tehokkuus. Ne ovat vahvempia esimerkiksi tuotannossa, jossa valmistetaan yksittäiskappaleita tai hyvin pieniä sarjoja. Tällöin jokainen kappale tai erä on ikään kuin prototyyppi, joten automaatio ei tilanteisiin yleensä sovi. Käyttötapojen ja laitteistojen eroja tarkastellaan tarkemmin asiakashaastattelujen läpikäynnin yhteydessä.

### 5.4. Sisäiset haastattelut

Fastemslaisia haastateltiin yhteensä 21. Haastateltavat kuuluivat pääosin johtoryhmään, myyntiin ja myynnin tukeen. Haastattelujen pääasiallinen tarkoitus oli tutustua Fastemsin tuotteisiin ja asiakkaisiin. Tavoitteena oli myös selvittää millainen käsitys fastemslaisilla on FM-järjestelmien hyödyistä ja laskentatyökalun käytöstä myynnin tukena. Lisäksi kyseltiin henkilöstön käsityksiä muun muassa siitä, mitkä ovat FM-järjestelmien

tärkeimpiä hyötyjä. Haastattelujen kysymysrunko on esitetty liitteessä 5. Haastattelut olivat varsin vapaamuotoisia, joten informaatiota saatiin kerättyä myös kysymysrunгон ulkopuolelta. Seuraavassa on esitelty lyhyesti tärkeimpiä huomioita haastatteluista.

Suurin osa haastatelluista tuntee Fastemsin olemassa olevan FM-järjestelmäinvestointien kannattavuuden arviointiin suunnatun laskentamallin vähintään pääpiirteittäin. Laskentamallin pääasiallinen käyttäjäkunta on myyntihenkilöstö, mutta haastatelluista myynnin edustajista vain muutama on käyttänyt mallia aktiivisesti. Miellipiteet laskennan käyttökelpoisuudesta osana myyntiä vaihtelivat samassa suhteessa: osa haastatelluista suhtautui laskelmiin hyvin positiivisesti, osa taas ei koe niitä lainkaan käyttökelpoiseksi myyntityökaluksi. Nykyistä myyntityökalua kuvattiin usein liian monimutkaiseksi, tosin mallia enemmän käyttäneet eivät olleet tätä mieltä. Yksinkertaistuksen lisäksi toivottiin visuaalisempaa ja havainnollistavampaa laskentatyökalua. Haastattelujen perusteella voidaan siis päätellä, että myyntityökalun käytön lisääminen vaatii itse mallin päivittämisen lisäksi myös asennemuutoksia yrityksen sisällä. Päivitetyn myyntityökalun käyttöönotto vaatii siis tarkkaan mietityn sisäisen lanseerauksen.

Haastatellut arvelivat, että asiakkaiden investoinnit perustuvat usein intuitiivisiin päätöksiin. Lisäksi oltiin usein sitä mieltä, että asiakkaat epäilevät toimittajan tarjoamia laskelmia. Laskentatilanteissa he antavatkin monesti vääräksi arveltuja investoinnin lähtöarvoja. Kuitenkin laskelmat nähtiin varauksin positiivisena apukeinona, olettaen että asiakas suhtautuu niihin myönteisesti. Laskentatyökalua ei ole yleensä oltukaan otettu esille, ellei asiakkaalta ole tullut jonkinlaista siihen kannustavaa signaalia. Tärkeäksi laskentatyökalun käyttökohteeksi nähtiin muun muassa se, että asiakkaan tuotantojohto voi perustella toimittajan tarjoamien laskelmien avulla investointisuositustaan investoinnista päättävälle henkilölle – usein siis talous- tai yritysjohdolle. Laskentamallin tulisi siis olla tuotantojohtoon käytettävissä, mutta sen täytyisi myös tarjota relevantteja taloudellisia tunnuslukuja, joista päättäjät ovat kiinnostuneita.

Tärkeimpinä FM-järjestelmien hyötyinä mainittiin useimmiten miehittämätön tuotanto, henkilöstösäästöt, asetusajkojen minimointi ja kapasiteetin käyttöasteen nostaminen. Lisäksi esille tulivat usein muun muassa joustavuus eräkojojen sekä tuotantovolyymin suhteen – siis ilman, että esimerkiksi henkilöstön määrässä on tarvetta joustaa. Toisaalta FM-järjestelmien heikkouksista kysyttäessä neljä teemaa toistui. Ensinnäkin hankintahinta on verraten korkea ja ensimmäisen FM-järjestelmän käyttöönotto vaatii usein organisaation sisäisiä asennemuutoksia. Usein myös pelätään, että järjestelmän vikaantussa koko tuotanto seisoo. Myös järjestelmien käytön haastavuus tuli muutamia kertoja esille. FM-järjestelmien käyttö vaatii erilaista tietämystä, kuin perinteisten työstökoneiden. Järjestelmien peruskäyttö on helppoa, mutta kaikkia ominaisuuksia ei välttämättä osata hyödyntää ja toisaalta ongelmatilanteissa tarvitaan hyvin helposti asiantuntija-apua. Seuraava kuva havainnollistaa haastattelujen tuloksia.

**Taulukko 5.1:** Fastemslaisten käsitykset FM-järjestelmien hyödyistä

Tärkeimmät hyödyt	Heikkoudet ja käytön haasteet
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Miehittämätön tuotanto</li> <li>• Henkilöstösäästöt</li> <li>• Käyttöasteen kasvu</li> <li>• Joustavat eräkoot</li> <li>• Volyyimijoustavuus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Korkea hankintahinta</li> <li>• Järjestelmän seisoessa koneet seisovat</li> <li>• Järjestelmä vaatii asennemuutoksia</li> <li>• Tehokas käyttö vaatii osaamista</li> </ul>

Fastemslaisten käsitykset FM-järjestelmien hyödyistä ja heikkouksista ovat linjassa kirjallisuustutkimuksessa tehtyjen havaintojen kanssa. Sisäisissä haastatteluissa saatiin myös asiakashaastattelujen tiedonkeräystä koskevia toiveita. Informaatiotoiveet liittyivät lähinnä FM-järjestelmäinvestointien toteutumiseen: millaiset olivat lähtöarvot ja millainen oli investoinnin toteutunut kannattavuus. Lisäksi toivottiin myös analyysiä siitä, mitä investoinneilla haetaan, ja millaiseen tuotantotarpeeseen sekä tuotantofilosofian toteuttamiseen järjestelmiä hankitaan.

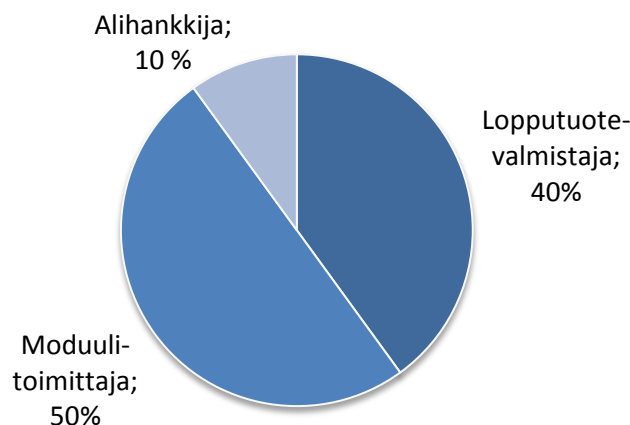


## 6. ASIAKASTUTKIMUS

### 6.1. Toteutus ja osallistujat

Asiakashaastatteluihin pyydettiin 27 asiakasta, joista 16 osallistui tutkimukseen. Kysely lähetettiin noin 150 asiakkaalle ja vastauksia saatiin 24. Kyselyn ja haastattelun kohde-ryhmät olivat samankaltaiset. Molempiin valittiin asiakkaita, jotka ovat investoineet järjestelmään noin viisi vuotta aiemmin. Nimensä mainitsemiseen luvan antaneet haastatteluihin osallistuneet asiakkaat on listattu liitteessä 7. Haastattelujen kysymysrunko on esitetty liitteessä 8 ja kyselyn liitteessä 9.

Tutkimukseen osallistuneet asiakkaat edustivat erilaisia toimittajatyyppejä. Osa käytti järjestelmiä omien lopputuotteidensa komponenttien valmistamiseen: tällöin kyseessä ovat lopputuotevalmistajat. Toiset valmistivat itse suunnittelemaansa tuotteita, joita käytetään komponentteina heidän asiakkaidensa tuotteissa. Näitä yrityksiä kutsutaan tässä työssä moduulitoimittajiksi. Tämän lisäksi tutkimukseen osallistui myös puhtaita alihankintayrityksiä, joilla ei ole omaa tuotekehitystä. Tällaiset yritykset tuottavat kappaleita asiakkaan toimittamien piirustusten mukaan. Seuraava kuva havainnollistaa vastaajien jakautumista näihin ryhmiin.



**Kuva 6.1:** Osallistuneiden asiakkaiden segmentointi (haastattelut ja kysely, N=40)

Noin puolet osallistujista oli moduulitoimittajia. Lähes yhtä moni osallistuja oli lopputuotevalmistajia. Puhtaita alihankkijoita oli vain muutama. Haastattelujen ja kyselyn osallistujien jakautumisessa eri asiakasluokkien välillä ei ollut merkittävää eroa. Kuitenkin kyselyyn vastanneista lopputuotevalmistajia oli suhteellisesti hieman suurempi määrä kuin haastatteluihin osallistuneista yrityksistä.

Pääosalla asiakkaista oli yksi tai useampi MLS-järjestelmä. Osalla asiakkaista oli myös muita Fastemsin ratkaisuja, kuten modulaarisia järjestelmiä (FPC tai FPM), robotisoituja sorveja tai räätälöityjä kokoonpanojärjestelmiä. Haastateltujen asiakkaiden FM-järjestelmien kokoonpanot vaihtelivat niin konemääriltään kuin toiminnoiltaan. Osa järjestelmistä sisälsi vain palettivaraston, suurimmassa osassa oli kuitenkin myös materiaalivarasto. Niin ikään osa järjestelmistä oli varustettu robotisoiduilla oheistoiminnoilla, kuten viimeistelysoluilla tai sorvilla. FM-järjestelmillä saavutetut hyödyt riippuvat luonnollisesti järjestelmien kokoonpanosta ja tuotantotarpeesta, joten vastausten hajonta on monissa tapauksissa varsin suurta.

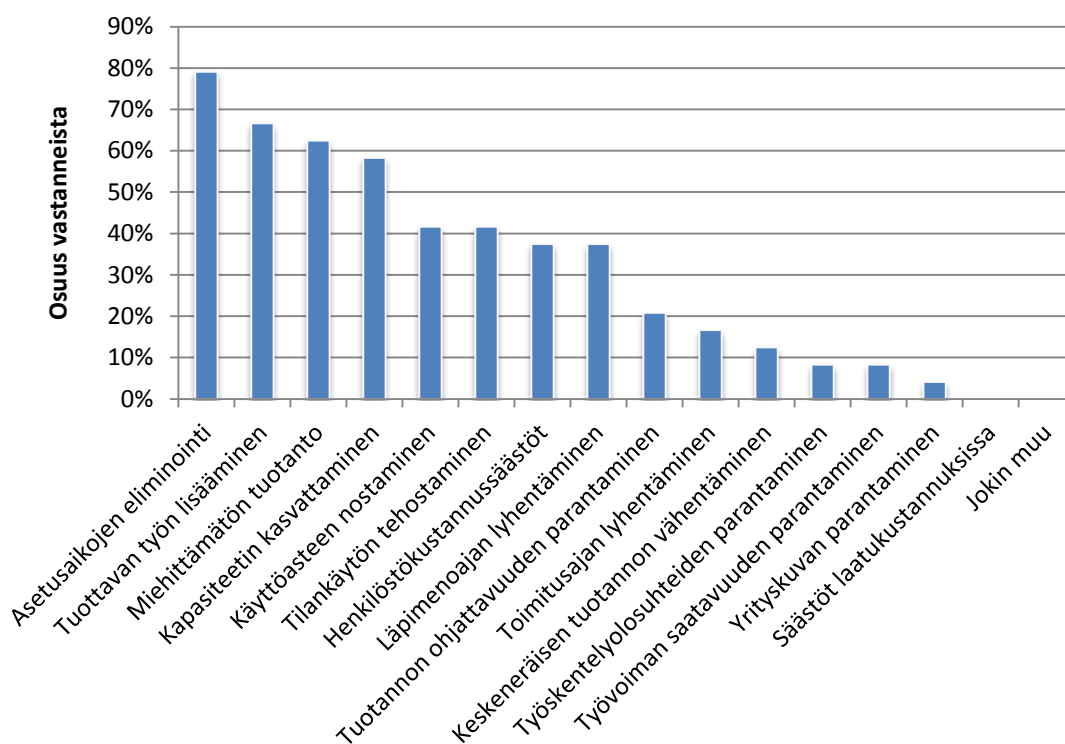
Useimmat haastateltavista olivat tuotantopäälliköitä ja tuotannonkehitysinsinöörejä. Osassa haastatteluista oli mukana myös varsinaisia järjestelmien käyttäjiä. Pienemmissä yrityksissä haastateltiin muutamissa tapauksissa myös toimitusjohtajaa. Myös kyselyt lähetettiin vastaavissa asemissa oleville henkilöille.

## 6.2. Investointipäätökset

Haastattelujen sekä kyselyn ensimmäisessä osiossa selvitettiin automaatioinvestointiin johtaneita tekijöitä sekä investointien maksutapoja ja kannattavuutta. Ilmi tulleet FM-järjestelmäinvestointien tärkeimmät syyt olivat monissa tapauksissa kirjallisuuskatsauksen perusteella odotettuja. Tärkeimpinä tekijöinä nousivat esille tuotannon joustavuuden parantaminen, kapasiteetin kasvattaminen, tuottavan työn lisääminen sekä tuotantokustannussäästöt. Kapasiteettia lisäävinä tekijöinä pidettiin muun muassa miehittämättömät tuotantoa ja käyttöasteen paranemista. Pääosin nämä hyödyt ovat luonteeltaan hyvin selkeitä, mutta tuotannon joustavuutta on syytä tarkastella lähemmin. Tuotannon joustavuudella asiakkaat tarkoittivat pääosin seuraavia tekijöitä:

1. Mahdollisuus tuottaa pieniä eriä suurta nimikemäärää, lyhyellä varoitusaajalla ja tehokkaasti
2. Lyhyen läpimenoajan saavuttaminen pienten eräkokojen seurauksena
3. Lyhyen toimitusajan saavuttaminen lyhyen läpimenoajan ansiosta
4. Volyyimijoustavuus lähinnä miehittämättömän tuotannon seurauksena

Mielenkiintoista on se, että sekä haastattelujen avoimiin kysymyksiin, että kyselyn monivalintaan saatiin hyvin samankaltaisia vastauksia. Näin ollen voidaan päätellä, että monivalintavaihtoehdot osuivat pääosin oikeaan. Jälkikäteen on kuitenkin todettava, että joustavuuselementtejä olisi täytynyt painottaa vastausvaihtoehdoissa selkeämmin. Seuraavassa kuvassa on esitetty kyselyn perusteella selvinneet tärkeimmät investointia puoltaneet tekijät ja niiden vastaustiheys.



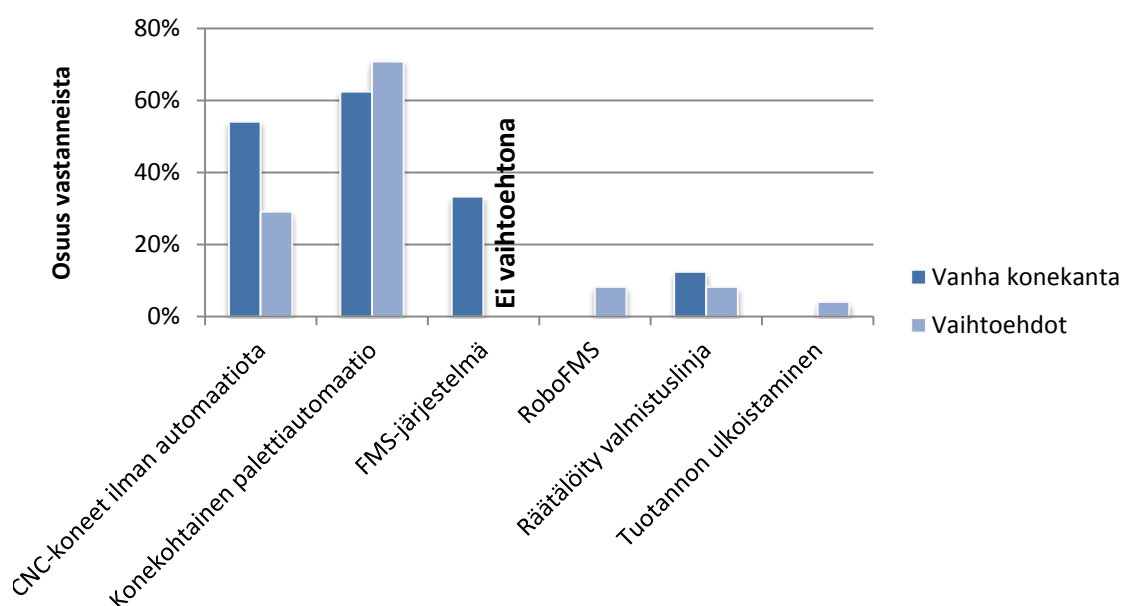
**Kuva 6.2:** Tärkeimmät automaatioinvestointiin johtaneet tekijät (kysely, N=24)

Kuvassa esitetyt tekijät on järjestetty vastaustiheyden mukaan. Tärkeimmiksi tekijöiksi osoittautuivat kapasiteetin lisäämiseen liittyvät tekijät, kuten asetusaikojen eliminointi, tuottavan työn lisääminen, miehistämätön tuotanto, ja varsinainen kapasiteetin kasvattaminen. Tärkeitä tekijöitä olivat myös henkilöstökustannussäästöt, tilankäytön ja tuotannon tehostaminen sekä tuotannon ohjattavuuden parantaminen. Yllättävästi esimerkiksi säästöt laatu- ja kustannuksissa eivät olleet tärkeimpien kriteerien joukossa yhdelläkään vastaajista. Havaitaan, että monet tärkeimmistä investointiin johtaneista tekijöistä ovat samankaltaisia kuin aiemmissakin tutkimuksissa tunnistetut tekijät (kts. alaluku *Joustava valmistusjärjestelmä investointina*). Tässä tutkimuksessa tuotannon tehokkuuden parantaminen ja kustannussäästöt kuitenkin korostuivat aiempia tutkimuksia enemmän ulkoisten tekijöiden painoarvon jäädessä pienemmäksi.

Tutkimuksessa selvitettiin myös investointien kannattavuustavoitteita ja investointilaskentamenetelmien käyttöä. Havaittiin, että merkittävä osa asiakkaista ei aseta investoinnille tarkkoja takaisinmaksu- tai tuottoastetavoitteita. Haastatelluista asiakkaista vain viisi kertoi käyttävänsä systemaattisia laskentamenetelmiä. Takaisinmaksutavoitteiden sijaan useat asiakkaat määrittävät investoinnin kannattavuuden arvioitujen tuotantokustannusten perusteella. Tarkkoja etukäteiskustannuslaskelmia ei kuitenkaan useimmiten tehdä: mikäli tuotantokustannuksia saadaan arvioiden mukaan alennettua riittävästi, investointi toteutetaan. Varsinaisista investointilaskentamenetelmistä takaisinmaksuajan menetelmää (38 % vastaajista) sekä tuottoastemenetelmää (21 % vastaajista) käytettiin

kyselyn perusteella useimmiten. Mikäli takaisinmaksuajan menetelmä on ollut käytössä, on vaadittu takaisinmaksuaika useimmiten 3-5 vuotta. Eräissä tapauksissa vaadittiin myös kahden vuoden takaisinmaksuaikaa. Huomionarvoista on se, että monissa tapauksissa todettiin, että investointi olisi toteutettu joka tapauksessa: kyse oli uusintainvestoinnista, joten tuotannon jatkamiseksi vanhat laitteet tuli korvata uusilla. Kysymys oli vain siitä, millaisella laitteistolla.

Kyselyssä selvitettiin myös millaista laitteistoa asiakkailla oli ennen viimeisintä automaatioinvestointiaan sekä mitkä olivat investointivaihtoehdot. Vastausvaihtoehtoina olivat FM-järjestelmien kilpailijoiksi mielletyt vaihtoehdot sekä tuotannon ulkoistaminen. Seuraavassa kuvassa on havainnollistettu tämän kysymyksen tuloksia.

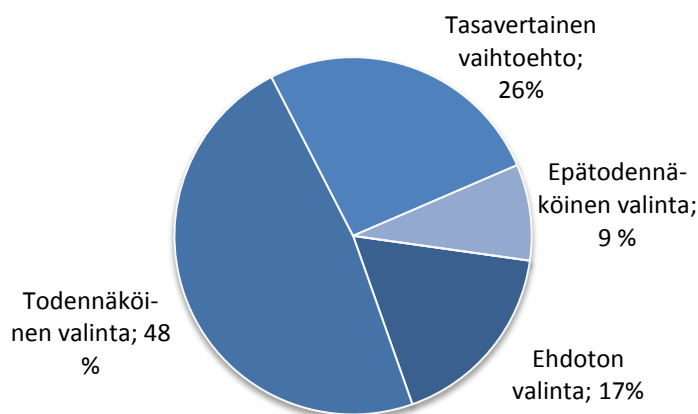


**Kuva 6.3:** Vanha konekanta ja kilpailevat ratkaisut (kysely, N=24)

Investointivaihtoehtoja selvittäneen kysymyksen vastausvaihtoehtoihin ei lukeutunut FM-järjestelmä, sillä on itsestään selvää, että se oli vaihtoehtojen joukossa. Kuten havaitaan, suurin osa kyselyyn vastanneista asiakkaista harkitsi FM-järjestelmän ohella konekohtaista palettiautomaatiota, eli paletinvaihtajalla ja palettivarastolla varustettuja koneita (palettipoolit). Myös CNC-koneet ilman palettiautomaatiota olivat vaihtoehtona varsin usein. Rääpäloityjen valmistuslinjojen vähäinen osuus ei ole yllättävä, sillä tällaiset ratkaisut ovat useimmiten kalliita ja joustamattomia – ne eivät siis periaatteessa kilpaile joustavien valmistusjärjestelmien kanssa, vaan soveltuvat paremmin hyvin suuriin tuotantovolymeihin.

Haastattelujen perusteella tilanteesta saatiin varsin samanlainen kuva. Selvisikin, että monet jo kauemmin FM-järjestelmiä käyttäneet asiakkaat ovat tarkkaan selvillä siitä, mitä hyötyjä järjestelmät tarjoavat ja millaisiin tuotantotarpeisiin ne soveltuvat. Monet asiakkaat hankkivatkin tuotantotarpeesta riippuen erilaisia koneita. Esimerkiksi paletti-

poolit ja FM-järjestelmä voivat toimia rinnakkaisina, toisiaan tukevinä tuotantoratkaisuina, sillä molemmilla on omat tunnusomaiset vahvuutensa ja heikkoutensa. Lopulta kyselyssä kysyttiin, kuinka todennäköinen vaihtoehto FMS olisi, mikäli vastaaja investoisi uudelleen vastaavaan tuotantotarpeeseen. Tulokset on esitelty seuraavassa kuvassa.



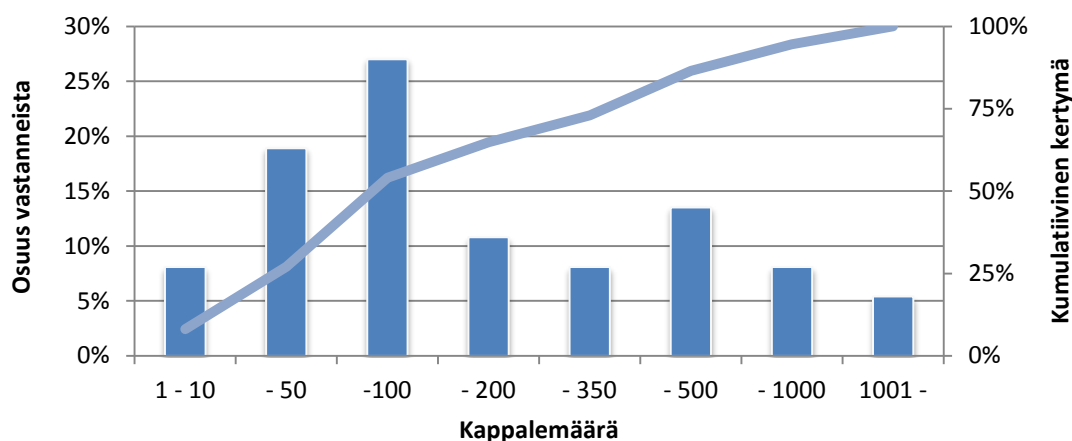
**Kuva 6.4:** FM-järjestelmän valinta tuotantotarpeeseen tulevaisuudessa (kysely, N=24)

Kyselyyn osallistuneista asiakkaista suurin osa oli investointiinsa tyytyväisiä. Jopa 17 % vastaajista piti järjestelmää ehdottomana valintana myös uuteen tuotantotarpeeseen. Yksikään vastaaja ei sulkenut FM-järjestelmää täysin vaihtoehtojen ulkopuolelle. Kuitenkin yhdeksän prosenttia vastanneista kertoi FM-järjestelmän olevan epätodennäköinen valinta.

## 6.3. Tuotantoluvut

### 6.3.1. Tuotantokappaleet ja -erät

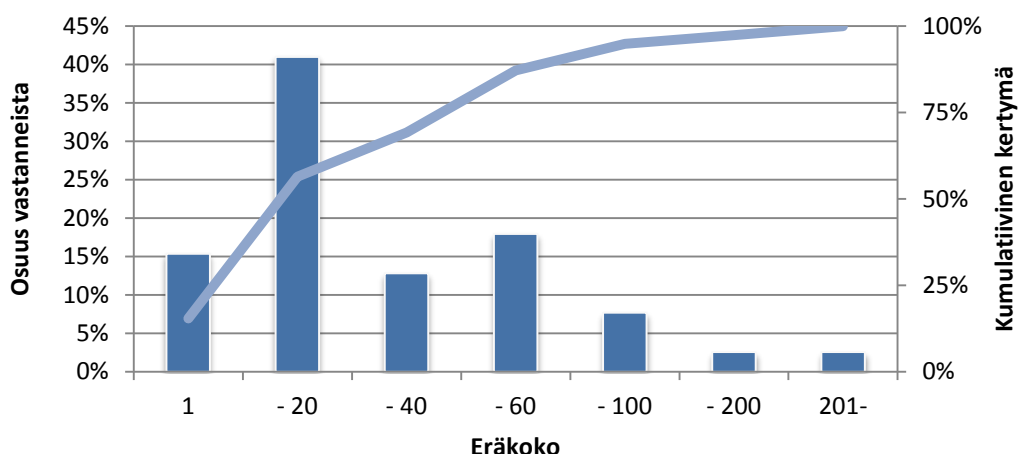
Järjestelmässä valmistettavien erilaisten kappaleiden määrällä ja tyypillä on merkittävä vaikutus niin järjestelmän käyttöön, vaadittuun järjestelmän kokoonpanoon kuin toteutuviin hankinta- ja käyttökustannuksiinkin. Jos järjestelmällä tuotetaan vain muutamaa erilaista nimiketyyppiä, on esimerkiksi kiinnitinten hallinta huomattavasti helpompaa suuren nimikemäärän tuottamiseen suunnatussa järjestelmässä. Seuraavassa kuvassa on esitetty järjestelmillä tuotettavien erilaisten nimikkeiden jakauma sekä vastausten kumulatiivinen kertymä.



**Kuva 6.5:** Järjestelmillä tuotettavat erilaiset nimikkeet (haastattelut & kysely, N=40)

Keskimäärin järjestelmillä tuotetaan 205 erilaista kappaletta. Tuotettavien kappaleiden mediaani on 55 kappaletta otoskeskihajonnan ollessa 292 kappaletta. Suurimmalla osalla järjestelmistä tuotetaan siis suhteellisen suurta määrää erilaisia kappaleita. Kuten kuvasta huomataan, FM-järjestelmiä voidaan käyttää hyvinkin erilaisiin tuotantotarpeisiin. Nimikemäärää analysoitaessa on huomioitava myös nimikkeiden keskinäiset erot. Jos nimikkeet ovat muodoltaan yksinkertaisia ja ennen kaikkea samanmuotoisia, ovat ne kiinnitinten kannalta helpompia kuin ulkomuodoltaan ja kooltaan hyvin erilaiset tuotteet. Kooltaan ja muodoltaan toisiaan vastaavat tuotteet pystytään usein kiinnittämään samoilla standardikiinnittimillä, sillä ne ovat kiinnitinteknisessä mielessä yleensä kuin yksi nimike.

Erilaisten tuotantokappaleiden määrän ohella tuotannon erä koko on tärkeä muuttuja. Erä koko riippuu luonnollisesti useista tekijöistä: muun muassa tuotantostrategiasta, tuotettavista kappaleista sekä kappalekoosta ja tyypistä. Mikäli yritys valmistaa tuotteitaan varastoon, ovat tuotantoerät todennäköisesti suurempia. Kun tuotteita tehdään vain tilauksesta, erät ovat yleensä pieniä. Tällöinkin tuotannon ja mahdollisen kokoonpanon välissä on usein puskurivarasto standardiosille. Standardiosia voidaan valmistaa kerralla suurempiakin eriä etenkin, jos ne ovat fyysiseltä kooltaan pieniä. Pieniä osia mahtuu yhteen palettiin jopa kymmeniä kappaleita, eikä vajaita paletteja kannata koneistaa, mikäli kappaleiden menekki on lähitulevaisuudessa taattua. Seuraavassa kuvassa on esitetty tuotettavien eräkokojen jakauma.

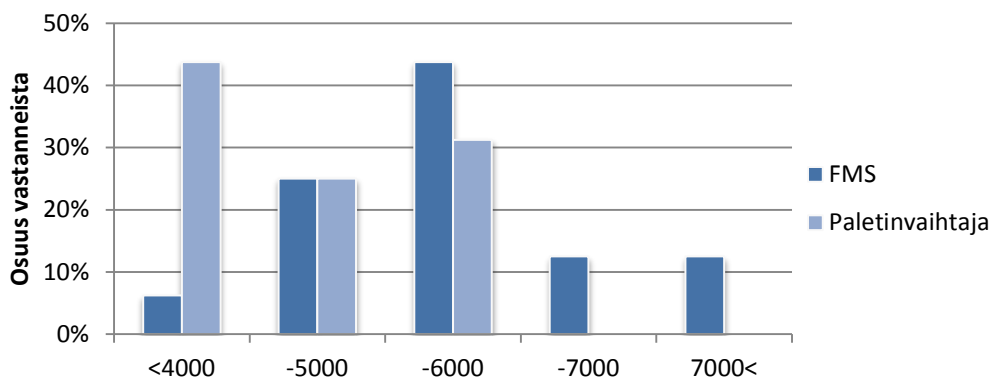


**Kuva 6.6:** Järjestelmällä tuotettavat keskimääräiset tuotantoerät (haastattelut & kysely, N=40)

Merkittävällä osalla (15 %) järjestelmistä ajettiin vain yhden kappaleen erä. Keskimääräinen järjestelmällä ajettava erä oli 37 ja mediaanierä 15 kappaletta. Vastausten otoskeskihajonta oli 52 kappaletta. Mediaani on tässä tapauksessa keskiarvoa merkittävämpi tunnusluku, sillä yksittäistapaukset nostavat keskiarvoa huomattavasti. Tärkeä havainto on myös se, että lähes 70 % vastaajista tuottaa järjestelmällään yhden kappaleen erä ainakin ajoittain.

### 6.3.2. Tuotantotunnit ja käyttöaste

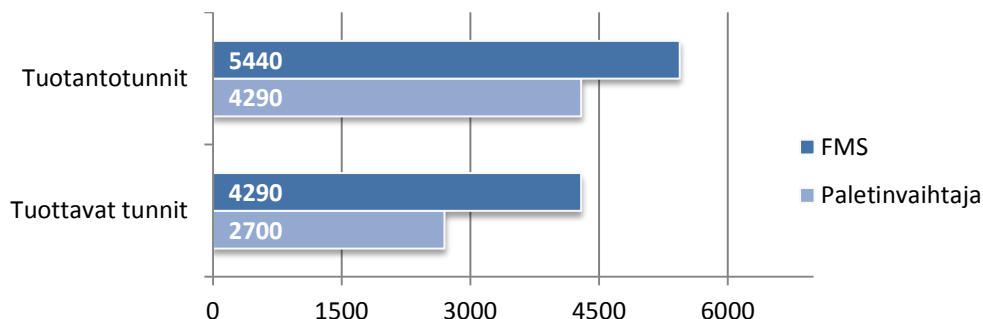
Sekä haastatteluissa että kyselyssä selvitettiin asiakkaiden hyödyntämien tuotantotuntien määrää. Haastatteluissa osallistujia pyydettiin vertailemaan eri tuotantoratkaisuilla saavutettavia tuotantotunteja, mikäli heillä oli käytössään myös integroimattomia koneita. Kyselyssä tyydyttiin kysymään vain FM-järjestelmällä saavutettavia tuotantotunteja. Haastattelujen perusteella havaittiin, että FM-järjestelmällä saavutetaan useimmiten enemmän tuotantotunteja kuin integroimattomilla työstökoneilla. Lisätunnit ovat seurausta lähinnä miehittämättömästä sekä rajoitetusti miehitetystä tuotannosta. Seuraavassa kuvassa on vertailtu haastattelujen perusteella saatuja tuotantotuntijakaumia.



**Kuva 6.7:** Saavutetut vuosittaiset tuotantotunnit (haastattelut, N=16)

Kuten havaitaan, hyvin harvat FM-järjestelmät jäävät alle 4000 vuosittaisen tuotantotunnin. Parhaimmissa tapauksissa saavutetaan jopa yli 7000 vuosittaista tuotantotuntia, kun integroimattomilla ratkaisilla päästään parhaimmillaankin vain noin 6000 tuotantotuntiin. Yksin tuotantotunnit eivät kuitenkaan kerro kaikkea eri tuotantojärjestelmien välisistä kapasiteettieroista. Niiden sijaan kannattaakin käsitellä *tuottavia tunteja*. Tässä työssä tuottavalla tunnilla tarkoitetaan aikaa, jolloin työstökone suorittaa NC-ohjelmaa. Tuottavien tuntien määrä saadaan kertomalla tuotantotuntien määrä käyttöasteella. (tuottava tunti = tuotantotunnit \* käyttöaste).

Keskimäärin FM-järjestelmillä saavutetaan 79 prosentin käyttöaste, kun paletinvaihtajalla varustetut koneet jäävät 63 prosenttiin. Täysin automatisoimattomat koneet jäävät käyttöasteeltaan kauas edellä mainituista (48 %). Automatisoimattomien koneiden käyttöasteista saatiin kuitenkin vain muutamia vastauksia, joten lukema ei ole täysin vertailukelpoinen. Paletinvaihtajilla varustetut työstökoneet pääsevät hyvin lähelle FM-järjestelmiä, joten tilanne onkin muuttunut sitten Lakson (1988) tekemän tutkimuksen. Tällöinkin FM-järjestelmiin kytketyillä koneilla ja automatisoimattomilla koneilla saavutettiin lähes vastaavia käyttöasteita, kuin tässä tutkimuksessa on havaittu. Tuolloin konekohtaista automaatiota oli kuitenkin harvemmin käytössä. Seuraavassa kuvassa on esitetty keskimäärin saavutettavat tuotantotunnit ja tuottavat tunnit eri ratkaisujen välillä.



**Kuva 6.8:** Keskimääräiset tuotantotunnit (haastattelut, N=16)

Automatisoimattomien koneiden tuntimääriä ei ole esitetty vähäisen aineiston vuoksi. Haastattelujen perusteella FM-järjestelmillä saavutettiin keskimäärin 5440 vuosittaista tuotantotuntia, joista 4290 oli tuottavia tunteja. Paletinvaihtajilla vastaavat luvut olivat 4290 ja 2700. FM-järjestelmillä lisääntyneiden tuotantotuntien ja kasvaneen käyttöasteen ansiosta yli 50 % enemmän tuottavia tunteja vastaavalla konemäärällä.

Haastattelujen ja kyselyn yhdistetyn otannan (N=40) perusteella osallistujat käyttävät keskimäärin 113 viikon 168 tunnista. Vuosittaisista tunteista tämä on noin 5420, mikäli oletetaan, että vuodessa työskennellään 48 viikkoa. Näistä tunteista miehittämättömiä on keskimäärin 24 (21 %) ja rajoitetusti miehitettyjä 36 (32 %). Enimmillään viikoittai-



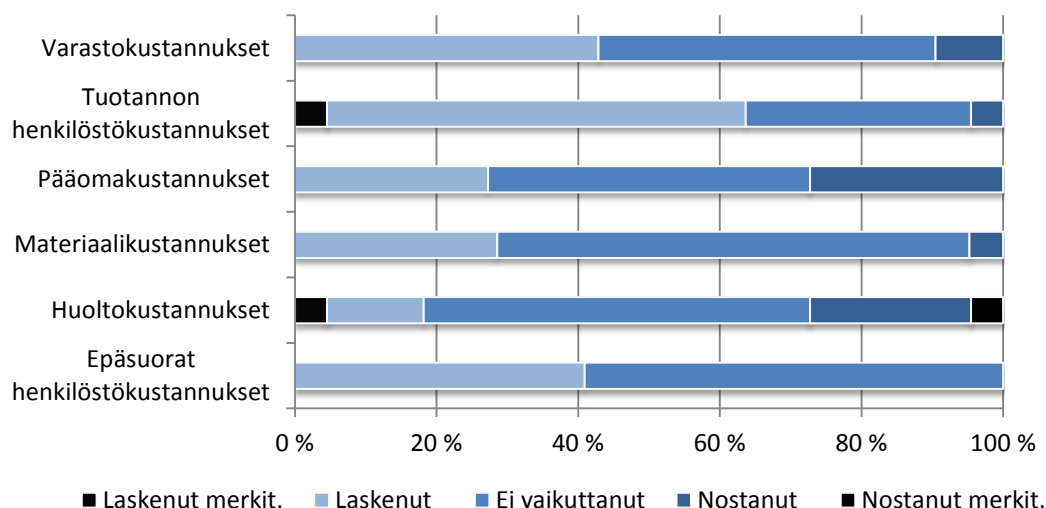
sista tunneista hyödynnetään 168, ja vähimmillään 90. Ajettuun miehittämättömään tuotantoon vaikuttivat useat tekijät, joista kolme muodostui tunnusomaisiksi:

1. Materiaalit ja palettiajat
2. Laatutekijät
3. Kysyntätilanne

Usein työstettävät materiaalit rajoittavat saavutettavaa miehittämättöntä tuotantoa. Mikäli materiaalille on tunnusomaista esimerkiksi pitkän lastun muodostuminen, täytyy työstöä usein valvoa ja poistaa lastut kappaleista aika ajoin ellei lastua voida katkaista työstöteknisin keinoin. Tällöin täysi miehitys ei kuitenkaan ole tarpeen. Jos palettiajat ovat lyhyet, koneistuspaletit tyhjenevät nopeammin, jolloin lataustarve rajoittaa miehittämättöntä tuotantoa. Toisaalta laatutekijät voivat rajoittaa miehittämättömiä jaksoja: mikäli järjestelmässä ei ole automaattista laadunvalvontaa, vaaditaan laaduntarkkailijoita. Kolmas yleinen seikka oli kysyntätilanne. Monet yritykset käyttävät miehittämättöntä tuotantoa volyymijoustavuuden aikaansaamiseen. Tällöin henkilöstön lomauttamiselle ei välttämättä ole tarvetta pidempienkään laskusuhdanteiden aikana, vaan jätetään miehittämättömät vuorot hyödyntämättä. Luonnollisesti tällä on kuitenkin vaikutuksensa investoinnin kannattavuuteen.

### **6.3.3. Kustannukset ja läpimenoaika**

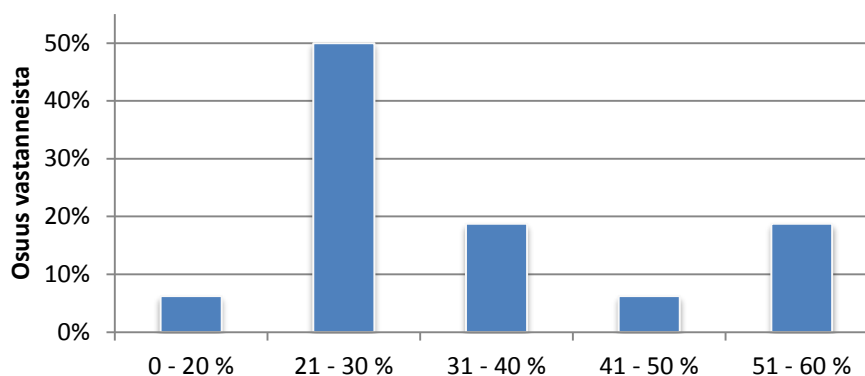
Sekä haastatteluissa että kyselyssä selvitettiin FM-järjestelmien kustannusvaikutuksia. Haastatteluissa pyrittiin saamaan kvantitatiivista tietoa järjestelmien kustannusvaikutuksista. Kyselyssä tyydyttiin kvalitatiiviseen tietoon. Tarkoista tuotantokustannusmuutoksista ei saatu tietoa. Useimmiten tähän oli syynä se, että vertailutietoa ei ole. Järjestelmä oli voitu hankkia täysin uuteen tuotantotarpeeseen tai toisaalta tuotanto oli voinut perustua FM-järjestelmiin niin kauan, että kustannusten vertailu ei enää ollut relevanttia toimintaympäristö- ja tuotemuutosten vuoksi. Yleisesti tuotantokustannusvaikutukset olivat olleet positiivisia. Seuraavassa kuvassa on esitelty kyselyn tuloksia kustannusmuutosten osalta.



**Kuva 6.9:** FM-järjestelmien kustannusvaikutukset (kysely, N=24)

Kyselyn tulokset ovat linjassa haastattelujen tulosten kanssa. Merkittävimmit kustannussäästöt saadaan henkilöstö- ja varastokustannuksista. Mielenkiintoinen seikka on etenkin epäsuorien henkilöstökustannusten positiivinen kehitys. Toisaalta negatiiviseen suuntaan ovat kehittyneet huolto- ja pääomakustannukset. Absoluuttisten huoltokustannusten kasvaminen on ymmärrettävää, sillä järjestelmät tuovat mukanaan lisää huolto-kohteita, ja toisaalta niiden avulla samoilla koneissa saavutetaan enemmän tuotantotunteja jolloin rasituskin kasvaa. Ei ole kuitenkaan selvää, ovatko asiakkaat käsitelleet absoluuttisia vai esimerkiksi osakohtaisia huoltokustannuksia.

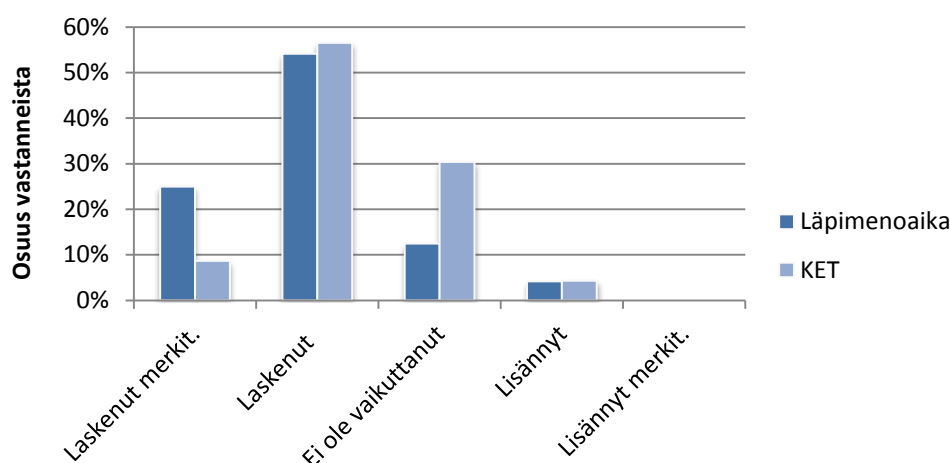
Haastatteluissa kysyttiin, kuinka FM-järjestelmät ovat vaikuttaneet henkilöstökustannuksiin. Useimmiten saatiin tarkkoja vastauksia. Havaittiin, että lähes jokaisessa tapauksessa henkilöstökustannukset olivat laskeneet verrattuna tilanteeseen, jossa sama tuotantotarve täytetään integroimattomilla työstökoneilla. Hajonta oli kuitenkin suurta. Seuraavassa kuvassa on havainnollistettu henkilöstökustannusten muutoksia.



**Kuva 6.10:** FM-järjestelmien avulla saavutetut henkilöstökustannussäästöt (haastattelut, N=16)

Henkilöstökustannussäästöt vaihtelivat välillä 0—60 % keskiarvon ollessa 33 % ja medianin 30 %. Henkilöstökustannussäästö ei kuitenkaan ole laadullisesti hyvä mittari, ellei puhuta suhteellisista säästöistä. Tämän vuoksi esitelläänkin vaihtoehtoinen mittari, jota eräs haastateltu asiakas käytti tuotantonsa analysoinnissa: *henkilöstön tehokkuus*. Se määritellään konetuntien ja henkilötuntien suhteena (henkilöstön tehokkuus = viikoittaiset konetunnit / viikoittaiset henkilötunnit). Integroimattomilla työstökoneilla tuotantoon tarvitaan useimmiten yksi operaattori yhtä konetta kohden. Tällöin tehokkuusluku on 1,0. FM-järjestelmällä päästiin parhaimmillaan tehokkuuteen 3,0. Yrityskohtaiset tehokkuudet eivät ole täysin vertailukelpoisia, sillä vaadittuun henkilöstömäärään vaikuttavat esimerkiksi palettiajat ja ladattavien kappaleiden tyyppi. Henkilötuntia kohden saavutettujen konetuntien määrä kertoo myös kuormitustilanteesta. Työtilanteesta ja tuotannon kuormituksesta riippuen voidaan luonnollisesti saavuttaa toisistaan poikkeavia tehokkuuslukuja.

Haastatteluissa ja kyselyssä kysyttiin myös järjestelmien vaikutuksia läpimenoaikaan ja keskeneräiseen tuotantoon. Kyselyssä tätä kysyttiin kvalitatiivisesti ja haastatteluissa toivottiin kvantitatiivisia tuloksia. Kuten aiemmin havaittiin, eräkoot vaikuttavat läpimenoaikoihin ja keskeneräiseen tuotantoon. Nämä eivät ole kuitenkaan ainoita vaikuttavia tekijöitä, vaan myös tuotannonohjausperiaatteilla on merkitystä. Pienet eräkoot eivät siis automaattisesti tarkoita pientä keskeneräisen tuotannon määrää ja lyhyitä läpimenoaikoja. Haastatteluissa kuitenkin havaittiin, että läpimenoaika oli useimmiten lyhentynyt jos järjestelmän avulla oli pienennetty tuotannon eräkokoa. Seuraavassa kaaviossa on esitetty kyselyn tuloksia.



**Kuva 6.11:** Vaikutukset keskeneräiseen tuotannon määrään ja läpimenoaikaan (N=24)

Suurin osa kyselyyn osallistuneista koki, että läpimenoaika ja keskeneräinen tuotanto olivat pienentyneet. Kyselyn tulokset ovat varsin hyvin linjassa haastattelujen tulosten kanssa. Neljänneksessä tapauksista vaikutukset olivat olleet huomattavia: sekä läpimenoaika, että keskeneräinen tuotanto olivat pudonneet yli 50 %. Noin puolet haastatelluista oli sitä mieltä, että vaikutukset olivat positiivisia, mutta ne eivät olleet kovin

merkittäviä. Kahdessa sekä läpimenoaika, että keskeneräinen tuotanto olivat kasvaneet hieman. Molemmissa tapauksissa järjestelmillä ajettava miehittämätön tuotanto pyrittiin maksimoimaan ja käyttöaste pitämään mahdollisimman korkeana: tästä syystä prosessiin sitoutui enemmän keskeneräistä tuotantoa. Vaikutukset riippuvatkin siitä, millainen tuotantojärjestelmä FM-järjestelmällä korvataan, miten tuotantoa ohjataan, ja millaisia eriä FM-järjestelmällä tuotetaan.

FM-järjestelmät eivät siis automaattisesti vähennä keskeneräistä tuotantoa tai läpimenoaikaa, vaan nämäkin muutokset riippuvat käyttötavoista. Mikäli järjestelmässä on huomattava määrä paletteja ja palettien täyttöaste on korkea – siis tuotantojono on pitkä – on järjestelmässä myös paljon keskeneräistä tuotantoa. On huomattava, että vaikka järjestelmässä olisikin paljon paletteja, ei niihin ole välttämättä ladattu materiaalia, vaan paletit voivat toimia vain kiinnitinvarastoina. Tällöin valmiina olevien kiinnittimien avulla voidaan lyhentää tilausten läpimenoaikaa. Suuri kiinnitinvarasto kasvattaa sitoutunutta pääomaa, mutta toisaalta se mahdollistaa lyhentyvän läpimenoajan.

Näiden kustannustekijöiden ohella tilakustannussäästöt ovat monissa tapauksissa olleet merkittäviä. Haastateltujen asiakkaiden tuotantojärjestelmän tilankäyttö väheni keskimäärin 25 %. Kyselyn perusteella saatiin vieläkin positiivisempia tuloksia: useimmissa tapauksissa (noin 70 %) järjestelmien vaikutus tilankäyttöön oli positiivinen: 22 prosentissa tapauksista tilankäyttö putosi alle puoleen ja 35 prosentissa tapauksista se väheni 26 – 50 %.

## **6.4. Muut huomiot**

### **6.4.1. Henkilöstötekijät**

Haastatteluissa selvitettiin myös sitä, millaisia yrityksen toimintaan ja käytäntöihin liittyviä muutoksia järjestelmien käyttöönoton yhteydessä on tehty. Kysymykset koskivat palkkausjärjestelmiä, prototyyppi- ja varaosavalmistusta, ohjelmointikäytäntöjä, kiinninteknologiaa sekä henkilöstön motivaatiotekijöitä ja tyytyväisyyttä.

Hyvin harvat yritykset olivat tehneet muutoksia palkkausjärjestelmäänsä. Vain muutamia yrityksiä olivat hyödyntäneet esimerkiksi urakkapalkkausta. Suurin osa haastatteluihin osallistuneista käytti kiinteää tunti- tai kuukausipalkkaa niin FM-järjestelmän kuin muidenkin tuotantolaitteiden operaattorien palkkausjärjestelmänä. Muutamissa tapauksissa vaihtoehtoisia palkkausjärjestelmiä oli käytetty viikonlopun tuntien hyödyntämiseen: viikonloppuisin järjestelmiä ladattiin esimerkiksi urakkapalkkauksella tai siten, että koko päivän palkan sai, kunhan järjestelmä pyöri vuorokauden ympäri. Viikonloppuisin henkilöstöä tarvittiin vain virheiden poistamiseen ja kappaleiden lataukseen. On kuitenkin huomattava, että tuotantokapasiteettia on vaikeampi ennustaa, mikäli viikonlopputyöt perustuvat vapaaehtoisuuteen. Eräs asiakas totesikin seuraavaa:

*”Saatetaan päästä koviin tunteihin myös sunnuntaina, mutta riippuu siitä onko pojilla puutetta rahasta.”*

Suorituspohjaista palkkausta käyttävät olivat kuitenkin tyytyväisiä saavutettuihin tuloksiin. Myös henkilöstö piti tällaisista käytännöistä, sillä se lisäksi heidän vapauttaan ja mahdollisti lisätulojen hankkimisen. FM-järjestelmien ja henkilöstön motivoinnin kanssa havaittiin kuitenkin joissakin tapauksissa olevan myös ongelmia. Eräässä tapauksessa oli kohdattu seuraavia ongelmia:

*”Järjestelmässä on sen verran paljon porukkaa, että se mahdollistaa vapaamatkustamisen. FMS:ään on halukkuutta, jos kyseessä sattuu olemaan laiskempi tyyppi.”*

Oli siis havaittu, että järjestelmä usein mahdollistaa sen, että osa työntekijöistä voi halutessaan selvittää huomattavasti vähemmällä työmäärällä kuin toiset. Vastaavia kommentteja saatiin myös toiselta haastatteluun osallistuneelta asiakkaalta. Järjestelmän tasapuolisuus johtuu kuitenkin osaltaan järjestelmän henkilöstömäärästä: jos järjestelmässä on vain yksi henkilö latausasemaa kohden, ovat ongelmat epätodennäköisempiä, sillä tehokkuutta on helpompi seurata.

Myös henkilöstön suoritustasoon perustuvaa palkkausta pidettiin eräässä yrityksessä ongelmallisena. Syy tähän oli seuraava:

*”Jos maksat henkilölle tuotannon tuotoksiin perustuvaa palkkaa, täytyy henkilön suorituksen ja tuotoksien välillä olla suora riippuvuus.”*

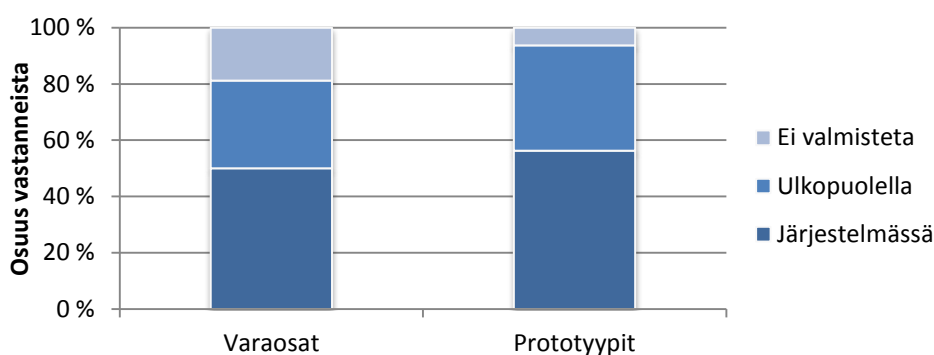
Yrityksessä siis koettiin, että automaation vuoksi tuotannon tuotoksen ja yksittäisen henkilön suorituksen välinen riippuvuus heikkenee. Näin ollen yrityksessä ei harkittu henkilökohtaisia suoritepalkkioita. Esimerkiksi tiimin tai vuoron suorituspalkkioon ei asiakas kuitenkaan ottanut kantaa. Eräs toinen haastateltava totesi, että vuorojen välisiä suorituskyyrojäkin on havaittu: esimerkiksi yhdessä vuorossa voidaan tuottaa enemmän virhekappaleita kuin toisessa, jolloin toisen vuoron aika menee susien korjaamiseen. Näin ollen yhden vuoron heikko toiminta voi häiritä myös toista. Tästä voidaan päätellä, että vuorokohtaisessa suorituspalkkauksessakin on omat ongelmansa. Palkkauseriaatteet tulee siis suunnitella tarkkaan.

#### **6.4.2. Kiinnitinteknologia, varaosatyytit ja ohjelmointi**

Järjestelmällä tuotettavien erilaisten nimikkeiden määrä ja tyyppi vaikuttavat järjestelmän kokoonpanoon ja käyttöön merkittävästi. Mikäli järjestelmässä tuotetaan paljon erikokoisia ja muotoisia kappaleita – siis paljon erilaisia valmistusteknisiä osaperheitä – vaaditaan myös suuri määrä erilaisia kiinnittimiä. Tällöin kiinnittimien hallinta voi olla

hyvinkin haastavaa ja kallista. Jos järjestelmään tuotavalle osalle joudutaan rakentamaan omat kiinnittimensä, nousee kannattava sarjakoko (kappaleen elinkaaren aikainen valmistusmäärä) suuremmaksi. Lisäksi myös kiinnittimien varastointi aiheuttaa kustannuksia. Kiinnittimet voidaan varastoida joko koneistuspaleteissa, materiaalipaletteissa tai järjestelmän ulkopuolella. Jälkimmäisenä mainittu vaihtoehto ei useimmiten ole järkevä, sillä tällöin järjestelmän varastokapasiteetti ja kiinnitinhallinta jätetään hyödyntämättä. Koneiden ulkopuoliset asetusajat ovat lyhempiä, mikäli kiinnittimet varastoidaan koneistuspaletteihin, sillä tällöin kiinnittimien paikkoja ei tarvitse vaihdella. Toisaalta koneistuspaletit ovat kalliimpia kuin materiaalipaletit. Ohjeena tulisikin olla, että erilaisten kiinnittimien määrä pyritään minimoimaan. Useat asiakkaat ovat vastanneet tähän haasteeseen ottamalla käyttöön modulaarisia, osista koottavia, kiinnittimiä. Kiinnitinten asetusajoja taas minimoidaan käyttämällä nollapistekiinnittimiä.

Prototyyppi- ja varaosavalmistuksen jakautuminen järjestelmään ja sen ulkopuolelle perustuu useimmiten niiden suunniteltuun valmistusvolyymiin. Jos prototyyppivalmistus esimerkiksi vaatii uusien kiinnittimien hankinnan tai valmistuksen, eikä tuotteen tuotantoon tuleminen ole vielä varmaa, ei niitä välttämättä valmistettu järjestelmässä. Tämä tosin riippui siitä, kuinka kalliit kiinnitinratkaisut ovat kyseessä ja tarvitaanko uusille osille ylipäättään omat kiinnittimensä. Joka tapauksessa tämä tuo esille automaation haasteen: kiinnitinkustannukset ovat usein integroimattomia ratkaisuja kalliimpia. Seuraavassa kuvassa on esitetty prototyyppi ja varaosavalmistuksen toteutustapoja.



**Kuva 6.12:** Prototyyppi- ja varaosavalmistuksen jakaantuminen

Useimmiten prototyypit valmistettiin järjestelmässä, jos myös lopullinen tuote tultaisiin valmistamaan samoilla koneilla. Tällöin prototyyppivaiheessa tehtiin myös tuotannon ylösajo ja testaukset. Osassa yrityksistä oli kuitenkin erilliset prototyyppien valmistamiseen tarkoitetut koneet. Varaosat tehtiin useimmiten järjestelmässä, jos varsinaiset tuotteet olivat edelleen tuotannossa. Tällöin varaosien tuotanto ei poikkeaa muista osista. Kun tuotteet siirtyivät pois tuotannosta tai niiden volyymi laski riittävän alas, varaosavalmistus siirrettiin muille järjestelmän ulkopuolelle tai ulkoistettiin alihankkijalle. Muutamassa yrityksessä ei mielletty valmistettavan varsinaisia prototyyppiejä tai varaosia: tuoterakenteiden muutos oli näissä yrityksissä hyvin hidasta, joten mieluummin puhuttiin vain kehitysversioista.

### 6.4.3. Muut kommentit

Tutkimuksen aikana saatiin huomattavasti muutakin palautetta koskien FM-järjestelmiä ja Fastemsin tarjoamaa. Tässä alaluvussa on esitelty palautetta, joka on mielenkiintoista esimerkiksi teknologisesta tai strategisesta näkökulmasta. Esiteltävä palaute on valittu lähinnä automaation näkökulmasta.

Huolimatta siitä, että FM-järjestelmän konsepti on edelleen hyvin samanlainen kuin 30 vuotta sitten, se on edelleen todella kilpailukykyinen tuotantoratkaisu. Eräs asiakas toteasi seuraavaa:

*”Jos ei olisi FMS:ää, niin ei näitä osia tehtäisi täällä. Ilman FMS:ää se ei kannattaisi.”*

Tässä tapauksessa asiakas siis katsoi, että FM-järjestelmä on tehokkain ratkaisu hänen tuotantotarpeeseensa. Tällaista tuotantoa ei tämän asiakkaan mukaan kannattaisi Suomessa ajaa, mikäli käytössä ei olisi automaatiota.

Toisaalta saatiin myös signaali siitä, että vaihtoehtoisia ratkaisuja tulisi kehittää entistään intensiivisemmin. FMS:n peruskonseptiin kaivattiin siis muutoksia. Seuraava kommentti kuvaa tätä näkökulmaa:

*”Se, että insinööri on keksinyt tällaisen 20 vuotta sitten ei tarkoita, että sitä pitää aina vaan myydä.”*

Tässä tilanteessa otettiin esille myös kehitteillä oleva Fastemsin RoboFMS, johon suhtauduttiin varauksellisen positiivisesti. RoboFMS:n koetaan siis usein olevan perinteistä FMS-konseptia joustavampi, mikäli siihen liitetään koneistuskeskusten lisäksi myös muita osia; esimerkiksi viimeistelysoluja. Nämä kaksi edellä mainittua asiakastapausta eroavat huomattavasti toisistaan niin tuotettavien kappaleiden kuin eräkokojenkin osalta, joten kyse ei liene ainoastaan mielipide- ja käytötapaeroista. Yhdessä palautteet siis kertovat, että perinteiseen palettiautomaatioon perustuva FMS on edelleen kilpailukykyinen ratkaisu, mutta myös uudistuksia ja innovaatioita kaivataan.

Yrityskuvan ja imagon paraneminen mainittiin erääksi FM-järjestelmien hyödyksi. Tätä demonstroi seuraava asiakaskommentti:

*”On mukava näyttää asiakkaille, kuinka tilat ovat siistit ja toiminta järjestelmällistä.”*

Automaation koettiin siis vaikuttavan yrityskuvaan, mutta investointeja harkitessa se ei ole tärkeässä osassa. Imago vaikutuksen voidaan siis tulkita olevan ainoastaan taustateki-

jänä, eikä sillä ole useimmissa tapauksissa ainakaan tiedostettua vaikutusta yrityksen automaatioinvestointipäätökseen.

Esitetään lopuksi lainaus, joka tiivistää FM-järjestelmien – ja miksei muidenkin tuotantoratkaisujen – asiakasarvon muodostumisen varsin hyvin:

*”FMS ei ole ratkaisu tuotannon kehittämiseen, se on vain työkalu. Se on kuin antaisi kahdelle henkilölle kynän: lopputulokset voivat olla hyvin erilaisia.”*

FM-järjestelmän hankkiminen ei siis vielä takaa menestystä. Hyötyjen saavuttamiseksi järjestelmien ominaisuuksia ja mahdollisuuksia on osattava hyödyntää. Lisäksi järjestelmälle on luonnollisesti oltava riittävästi töitä.

## 6.5. Tutkimuksen luotettavuuden arviointi

Tutkimuksen luotettavuutta on syytä tarkastella erikseen haastattelujen ja kyselyn osalta. Kyselyn luonteen vuoksi luotettavuuden tarkastelu on haastatteluja mutkikkaampaa. Näin ollen luotettavuuden tarkastelu aloitetaan kyselyn luotettavuuden läpikäynnillä reliabiliteetin ja validiteetin osalta.

Kyselyn luotettavuuteen vaikuttavat useat tekijät. Saunders et al.:n (2009, ss. 371—372) mukaan kyselyn luotettavuus on riippuvainen sen suunnittelusta ja rakenteesta. Kyselyn kysymysten tulee olla ymmärrettäviä ja yksikäsitteisiä. Toisin sanoen kysymykset eivät saa olla tulkinnanvaraisia. Seuraavat tekijät ovat luotettavuuden edellytyksiä (Saunders et al. 2009, ss. 371—372):

1. Tutkija on selvillä siitä, millaista dataa tulee kerätä, ja millaisilla kysymyksillä tämä onnistuu
2. Vastaaja ymmärtää kysymykset siten, kuin ne on tarkoitettu
3. Vastaaja vastaa kysymyksiin
4. Tutkija tulkitsee vastaukset siten, kuin vastaaja on ne tarkoittanut

Kyselyn tulokset voivat siis vääristyä kahdessa vaiheessa: joko haastateltavan tai haastattelijan väärinymmärrysten vuoksi. Tämän kyselyn tapauksessa kysymykset olivat yksinkertaisia, joten väärinymmärryksen mahdollisuudet olivat hyvin pienet. Yksi kysymys kuitenkin tulkittiin usein kahdella poikkeavalla tavalla. Kyselyssä kysyttiin järjestelmällä ajettavien viikoittaisten tuotantotuntien määrää. Osa asiakkaista tulkitsi tunnit viikoittaisiksi tuotantotunneiksi, osa konetunneiksi. Tämä on pääteltävissä siitä, että joidenkin vastausten mukaan järjestelmillä saavutetaan viikon tunteihin verrattuna moninkertainen määrä tuotantotunteja. Vastaukset kuitenkin saatiin yhteismitallistettua, kun konetunteina vastauksensa antaneiden asiakkaiden FM-järjestelmien tiedot selvitettiin Fastemsin järjestelmästä ja annettu tuntimäärä jaettiin järjestelmään kytkettyjen ko-



neiden määrällä. Kysymys on kuitenkin hyvä esimerkki siitä, että monet yksikäsitteislätkin kuulostavat kysymykset voivat todellisuudessa olla moniselitteisiä.

Kyselyn vastaajajoukon arveltiin mahdollisesti tuovan kyselyn tuloksiin virhettä, sillä vastaajiksi valitut asiakkaat ovat Fastemsin tärkeimpiä asiakkaita, ja näin ollen mahdollisesti keskimääräistä tyytyväisempiä. Mukana ei siis ollut asiakkaita, jotka eivät ole viimeisen kolmen vuoden aikana ostaneet Fastemsiä mitään. Nämä asiakasluokat valittiin käytännön syistä: tietojärjestelmät eivät tarjoa muuta sopivaa keinoa erotella asiakkaita, jotka ovat tehneet huomattavia hankintoja viimeisten kolmen – viiden vuoden aikana. Tällainen otanta haluttiin, jotta saadaan kerättyä kannattavuusinformaatiota kyseisellä aikavälillä tehdyistä järjestelmissä sekä modernisoinneista. Mahdollinen vääristymä kuitenkin tiedostetaan.

Toinen kyselyn luotettavuuteen vaikuttava tekijä on vastausprosentti. Kyselyn vastausprosentti valituista asiakkaista jäi noin 15 prosenttiin, ja tavoitetuista asiakkaista se oli noin 18 prosenttia. Näin ollen tavoitellusta 30 prosentin vastausprosentista jäätin noin 12 prosenttiyksikköä. Saunders et al.:n (2009) mukaan Internet-kyselyjen vastausprosentti on keskimäärin 11 prosenttia, joten alhaiseen vastausprosenttiin oli varauduttu. Alhaisesta vastausprosentista johtuen tulosten kattava tilastollinen analysointi ei ole mielekäästä. Esimerkiksi korrelaatiota tai eroja eri vastaajaryhmien ja saatujen vastausten välillä ei tutkita vastausten vähäisen määrän vuoksi.

Samat tekijät pätevät osaltaan myös haastattelujen luotettavuuteen. Haastatteluissa saadun informaation luotettavuutta ei tutkita tilastollisin menetelmin. Jo ilman tilastollista tarkasteluakin voidaan todeta, että tulokset eivät ole tieteellisessä mielessä merkittäviä: niitä ei siis voida yleistää suurempaan populaatioon. Haastatteluista saatiin suhteellisen paljon tarkkaa numeerista informaatiota – esimerkiksi tuotantohenkilöstösäästöt, tuotantotunnit ja käyttöasteet. Monet tuloksista ovat kuitenkin suuntaa antavia, ja ne kuvaavat enemmänkin asiakkaiden käsityksiä ja mielikuvia. Vastaukset ovatkin epätarkkuudestaan huolimatta erittäin merkityksellisiä asiakastyytyväisyyden parantamisen ja Fastemsin ratkaisujen kehittämisen kannalta.

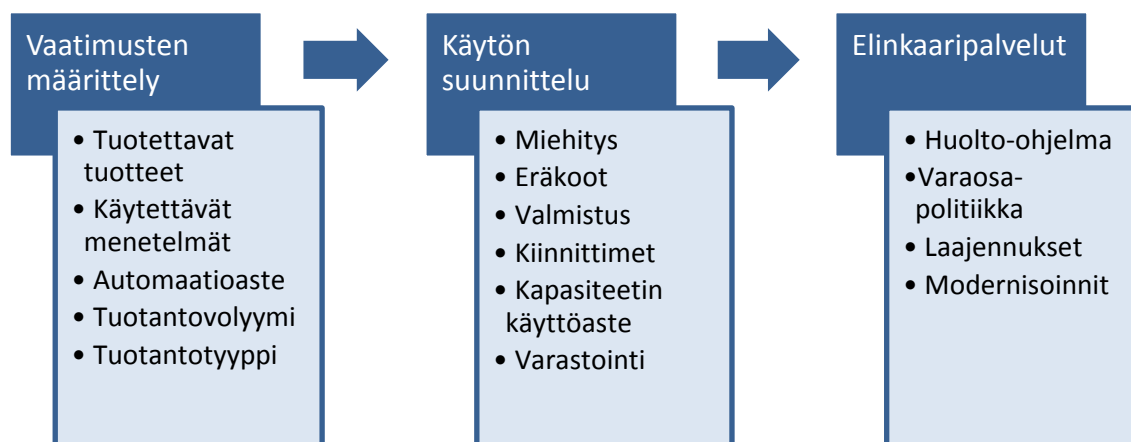
Etenkin kyselyn osalta kannattaa tarkastella myös tutkimuksen validiteettia. Kyselyssä vaihtoehdot ovat ennalta määrätty, ja vaikka vastaajilla on mahdollisuus antaa vapaata palautetta, sitä ei juurikaan saatu. On siis olemassa mahdollisuus, että vastausvaihtoehdoista puuttui joillekin asiakkaille tärkeitä tekijöitä, ja näin ollen heidän asiakasarvokemuksensa sisälsi tuntemattomaksi jääneitä tekijöitä. Haastatteluissa vaara on pienempi, sillä haastateltavat saivat antaa palautetta varsin vapaasti myös kysymysrungon ulkopuolelta. Haastattelujen tulosten perusteella arveltiin, että kyselyn kysymykset ja vastausvaihtoehdot oli valittu hyvin, ja näin ollen myös kyselyn validiteetin voidaan tulkita olevan hyvällä tasolla.

## 7. JOUSTAVIEN VALMISTUSJÄRJESTELMIEN ASIAKASARVO

### 7.1. Järjestelmän konfigurointi ja investoinnin suunnittelu

Luvussa *Asiakasarvo* määriteltiin asiakasarvon koostuvan hyödyistä ja uhrauksista, jotka ovat jaoteltavissa osakomponentteihin niiden tyyppin perusteella. Lisäksi määriteltiin hyötyjen ja uhrausten olevan suoraa, epäsuoraa tai vaikeasti mitattavia. Luvussa *Investointien arviointi* tarkasteltiin, kuinka erilaisia hyötyjä ja kustannuksia voidaan käsitellä laskennallisesti. Luvussa *Joustavat valmistusjärjestelmät* käytiin läpi FM-järjestelmien hyötyjä sekä hyötyjen jaottelua mitattavuuden perusteella. Lopulta empiirisessä tutkimuksessa selvitettiin, mitkä hyödyt ovat olleet asiakkaille tärkeitä ja kuinka FM-järjestelmät ovat toteuttaneet näitä asiakashyötyjä. Pohjautuen edellä mainittuihin tarkasteluihin on tässä luvussa tunnistettu, mitkä tekijät ovat asiakasarvon kannalta tärkeitä ja mihin hyötyluokkaan ne ovat kategorisoitavissa. Lisäksi tarkastellaan, miten hyötyjä voidaan mallintaa sekä mitkä tahot ja toimintaympäristötekijät voivat vaikuttaa niiden realisoitumiseen.

Odotettua asiakasarvoa analysoidaan useimmiten ennen järjestelmäinvestointia – tai toisaalta järjestelmälaajennusta – kuten luvuissa *Investointien arviointi* sekä *Joustavat valmistusjärjestelmät* huomattiin (kts. esim. Stam & Kuula 1991, Woodward 1997, Chan et al. 2001) Ennen odotetun asiakasarvon analysointia tulee määritellä järjestelmältä vaadittavat ominaisuudet ja suunnitella käyttötavat. Prosessia on hahmoteltu seuraavassa kuvassa.



**Kuva 7.1:** Järjestelmien vaatimusten määrittely (soveltaen Stam & Kuula 1991, Woodward 1997, Chan et al. 2001)

Järjestelmän konfigurointi aloitetaan tuotettavien tuotteiden, käytettävien menetelmien ja vaaditun kapasiteetin suunnittelulla. Näillä päätöksillä määritellään, millaisia koneita järjestelmään kytketään ja kuinka suuri tuotantovolyyymi tulee olemaan. Lisäksi määritellään, käytetäänkö järjestelmää myös materiaalivarastona konepalettivaraston lisäksi. Tuotettavien tuotteiden ja järjestelmän kokoonpanon lisäksi on otettava kantaa siihen, miten järjestelmää tullaan käyttämään. Järjestelmän käyttötapojen määrittelyä ohjaa tuotantostrategia, mikäli sellainen on laadittu. Tuotantostrategian pohjalta järjestelmälle laaditaan tuotantosuunnitelma, jossa voidaan määritellä esimerkiksi tuotettavat eräkoot, tavoiteltava käyttöaste, suunniteltu vuorokohtainen miehitys ja varastointitavoitteet materiaalien, keskeneräisen tuotannon sekä lopputuotevaraston osalta. Käyttötapojen lisäksi tulisi määritellä myös huolto-ohjelma ja varaosapolitiikka. Tällöin voidaan ottaa kantaa muun muassa huoltojen tiheyteen ja kriittisten varaosien varastointiin. Lisäksi etukäteen voidaan myös suunnitella, kuinka järjestelmää tullaan tulevaisuudessa modernisoimaan tai laajentamaan, jolloin kustannuksia ja tuottoja voidaan arvioida myös pidemmällä aikajänteellä.

Jokainen päätöksentekijä ei investointia suunnitellessaan määrittele kaikkia näistä tekijöistä, vaikka niihin tulisi ideaalitulanteessa ottaa kantaa. Mikäli hankintaa ja käyttöä ei suunnitella riittävän tarkasti, näkyy se todennäköisesti toteutuneessa asiakasarvossa. Järjestelmäinvestoinnit voivat osoittautua epäonnistuneiksi, mikäli järjestelmästä esimerkiksi rakennetaan liian joustava tai joustamaton. (Aggarwal et al 1993, kts. myös Slagmulder & Bruggeman 1993, Primrose 1996) Huolellisella suunnittelulla varmistetaan, että järjestelmä vastaa tuotantotarpeita ja käyttötarkoitustaan. Arvioinnista on hyötyä myös asiakasarvon kannalta, sillä samalla joudutaan väistämättä pohtimaan, miten järjestelmän tarjoamia mahdollisuuksia hyödynnetään.

FM-järjestelmillä saavutettavat hyödyt ja asiakasarvon komponenttien keskinäinen tärkeys riippuvat muun muassa edellä esitellyistä valinnoista. Empiirisessä tutkimuksessa havaittiin, että kirjallisuudessa mainittuja FM-järjestelmien hyötyjä saavutetaan vaihtelevasti. Saavutetut hyödyt ja toteutuneet kustannukset ovat seurausta muun muassa järjestelmän käyttötavoista ja taloudellisista suhdanteista. Seuraavissa alaluvuissa tarkastellaan, mitkä hyödyt ja uhraukset olivat asiakastutkimuksen perusteella tärkeimpiä, miten ne muodostuvat, ja miten niitä voidaan mallintaa.

## **7.2. Asiakasarvon komponentit**

### **7.2.1. Tuotehyödyt**

Empiirisessä tutkimuksessa havaittiin, että tuotehyötyjen ryhmä jää tärkeydeltään vähäiseksi. FM-järjestelmien asiakasarvon toteutuminen on tiukasti sidoksissa järjestelmän käyttötapoihin. Järjestelmät eivät siis automaattisesti takaa monien hyötyjen toteutumista. Tuotehyödyt määriteltiin seuraavasti luvussa *Asiakasarvo*:

Tuotehyödyt ovat hyötyjä, jotka asiakas saavuttaa hankkimalla tuotteen. Hyödyt ovat seurausta tuotteen ominaisuuksista, eivätkä ne ole merkittävästi riippuvaisia tuotteen käyttötavoista.

Suurimmalle osalle asiakkaista tärkeitä käyttötavoista riippumattomia tekijöitä olivat käytännössä vain tilansäästö ja järjestelmän laajennettavuus. Tilansäästö on luokiteltavissa suoraksi tuotehyödyksi, kun taas järjestelmän laajennettavuus on vaikeasti mitattava tuotehyöty. Tilansäästölle voidaan määrittää yksiselitteinen arvo. Toisaalta tilan suhteen voidaan asettaa jopa vaatimuksia, jotka sulkevat vaihtoehtoja pois. Asiakashaastatteluissa havaittiin, että monissa tapauksissa olemassa olevan tilan koko rajoitti investointivaihtoehtoja. Järjestelmän laajennettavuuden taloudellinen arvo taas riippuu huomattavasti yrityksen tulevaisuuden tuotannosta ja myynnin kehittymisestä. Laajennettavuus ei ole puhdas hyöty, sillä järjestelmä myös rajoittaa laajennettavuutta. FM-järjestelmään kytkettävät koneet on asetettava järjestelmän ympärille tiettyihin pisteisiin. Tämä asettaa vaatimuksia myös tilalle, johon järjestelmä sijoitetaan.

Muutamissa haastatteluissa otettiin esille myös prosessin laaduntuottokyky. Automaatio mahdollistaa usein tasaisemman laaduntuottokyvyn, sillä se vähentää inhimillisiä virheitä ja poikkeamia. Useimmiten laaduntuottokyvyn kerrottiin parantuneen vain, jos järjestelmän yhteyteen oli liitetty myös oheistoimintoja, kuten robotisoituja sovelluksia. Pelkkiä koneistuskeskuksia sisältävien järjestelmien laaduntuottokyvyn ei koettu olevan kilpailevia ratkaisuja paremman, sillä tällöin kappaleiden kiinnitys- ja tuotantoprosessi ovat pääpiirteittäin vastaavia kuin integroimattomillakin työstökoneilla. Myös inhimillisen virheen mahdollisuus on tällöin käytännössä sama, sillä kiinnitykset hoidetaan käsin. Laaduntuottokyky sisällytetään kuitenkin arvomalliin: se on mallinnettavissa sekä suorana että epäsuorana hyötynä. Suora elementti on tuotannon virheprosentin väheneminen, epäsuora elementti on seurausta korjaavan työn vähenemisestä.

Tuotehyödyiksi ovat kategorisoitavissa myös henkilöstö- ja työympäristötekijät. Joidenkin asiakkaiden mukaan FM-järjestelmät ovat työympäristönä miellyttävämpiä kuin integroimattomista työstökoneista koostuvat tuotantoratkaisut, sillä automaation ansios- ta fyysistä työtä vaativa kappaleiden käsittely vähenee. Lisäksi järjestelmään kytketyt latausasemat ovat usein ergonomialtaan parempia kuin koneissa tehtävät kiinnitykset. Työympäristötekijät korostuvat, mikäli järjestelmissä on myös muita toimintoja, kuten esimerkiksi robotisoitua jäysteenpoistoa tai viimeistelyä. Tällöin järjestelmien avulla voidaan automatisoida epämiellyttäviä työvaiheita. Joissakin tapauksissa järjestelmien koettiin parantavan työvoiman saatavuutta, sillä hyvät työolosuhteet olivat houkutelleet henkilöstöä. Erään asiakkaan mukaan automaation avulla voidaan vähentää myös työtaturmia karsimalla riskialttiita tai vaarallisia työvaiheita. Henkilöstötekijät ovat kuitenkin vaikeasti mitattava hyöty, eikä niitä pyritä arvomallissa rahallisesti mallintamaan. Järjestelmien avulla voidaan parantaa myös työergonomiaa, mikä voi näkyä nopeutu-

neina työvaiheina esimerkiksi kappaleiden latauksessa. Tällaisten seikkojen etukäteisarviointi on kuitenkin tapauskohtaista.

Asiakasarvon toteutumisen kannalta on tärkeää, että järjestelmän *käytettävyys* (osuus tuotantotunneista, jonka järjestelmä on käytettävissä, eli se ei ole vikatilassa) on korkea. Korkea käytettävyys ei ole varsinainen tuotehyöty, vaan kyseessä on tasapelitilanne. (kts. luku *Asiakasarvo* ja Anderson et al. 2006) Tämä on seurausta siitä, että integroimattomien koneiden käytettävyys on riippuvainen vain koneen käytettävyydestä, kun taas FM-järjestelmään liitetyt koneet vaativat myös järjestelmän olevan käytettävissä. Empiirisessä tutkimuksessa havaittiin, että FM-järjestelmien käytettävyydet ovat olleet käytännössä poikkeuksetta korkealla tasolla (useimmiten yli 98 %). Järjestelmät eivät siis käytännössä juurikaan lisää tuotantokoneiden seisokkiaikoja ja näin ollen vähennä niiden käytettävyyttä. Mahdollisuus tällaiseen kuitenkin on olemassa, joten järjestelmän kunnossapidon tulee olla asianmukaista.

### 7.2.2. Käyttöhyödyt

Käyttöhyötyjen havaittiin olevan kustannussäästöjen ohella FM-järjestelmien asiakasarvon tärkein komponenttiryhmä. Käyttöhyödyt määriteltiin seuraavasti:

Käyttöhyödyt ovat hyötyjä, joita asiakas saavuttaa tuotteen elinkaaren aikana. Ne voivat liittyä esimerkiksi tarjoamaan sisältyviin palveluihin tai muihin tuotteen elinkaaren aikana ilmeneviin kilpailevaa ratkaisua enemmän arvoa tuottaviin ominaisuuksiin.

Käyttöhyödyt koostuvat pääosin kahdesta eri hyötytyypistä: joustavuuselementtien paranimisestä ja tuotantokapasiteetin lisääntymisestä. Hyötytyypit liittyvät toisiinsa, kuten edellisessä luvussa havaittiin: joustavuuden seurauksena käyttöaste kasvaa huolimatta pienistä valmistuseristä. Tämän ansiosta tuotantokapasiteettikin lisääntyy, sillä käytettävissä on enemmän tuottavia konetunteja, eli NC-ohjelma-aikaa.

Kuten kirjallisuudessakin, myös asiakashaastatteluissa joustavuus mainittiin usein järjestelmien hyödyksi. Joustavuudella tarkoitettiin erilaisia asioita. Helpoiten mitattavia joustavuustyyppejä ovat *tuotantolaitteiden joustavuus* ja *valmistuksen joustavuus*. Ne ottavat kantaa muun muassa asetusaikeisiin. Mikäli eräkoot on suuria, joutuvat tuotteet odottamaan eri vaiheiden valmistusta, jolloin varastoon sitoutuu keskeneräistä tuotantoa ja läpimenoajat kasvavat. Joustavat valmistusjärjestelmät mahdollistavat pienten eräkojen valmistamisen, sillä asetukset tehdään koneiden ulkopuolella. Asetusten aikana koneaika kuluttaa vain automaattinen paletinvaihto. Toisin sanoen koneet eivät pysähdy varsinaisten asetusten ajaksi, jolloin eräko'illa ei ole käytännössä vaikutusta käyttöasteeseen. Ulkoisiin asetusaikeisiin niillä voi olla vaikutusta, mikäli kaikki järjestelmän sisältämät kiinnittimet eivät mahdu palettivarastoon, ja kiinnittinten paikkoja joudutaan vaihtamaan tuote-erien välissä. Tällöin pieniin eräkokoihin pyrittäessä voidaan tarvita enemmän henkilöstöä ja toisaalta enemmän latausasemia. Koneiden ulkopuolisten ase-

tusaikojen minimointi on haastavampaa ja kalliimpaa mikäli järjestelmässä valmistettava nimikemäärä on suuri. Kaikki haastatellut totesivat, että heidän koneensa eivät pysähdy asetusten ajaksi.

Mikäli kiinnittimet joudutaan vaihtamaan kappaleiden välissä, ei yksittäisen kappaleen läpimenoajassa ole välttämättä merkittävää eroa FMS:n eduksi, mikäli myös integroimattomilla koneilla tuotetaan vastaavia eräkokoja kuin FMS:llä. FMS:n avulla konetunteja ei kuitenkaan menetetä asetusten vuoksi, joten etenkin yksipalettikoneeseen verrattuna käyttöaste saadaan pidettyä huomattavasti korkeampana. FM-järjestelmillä saavutettavaa käyttöastetta voidaan mallintaa myös matemaattisin keinoin. Useat haastateltavat totesivat, että mikäli he eivät käyttäisi FMS:ää, olisi tuotantoa käytännössä ajettava erissä. Tuotantolaitteiden joustavuus on siis muutettavissa rahalliseksi arvoksi asetusaikojen ja käyttöasteen avulla. Vähäiset asetusajat voidaan määritellä suoraksi käyttöhyödyksi. Asetusaikojen väheneminen on yksi tärkeimmistä FM-järjestelmien asiakasarvon komponenteista.

Läpimenoajan lyhentäminen oli tärkeä hyöty noin kolmannekselle haastatelluista asiakkaista. Edellä käsitellyn mukaisesti lyhyt läpimenoaika ja pienet eräkoot vähentävät keskeneräisen tuotannon määrää. Keskeneräisen tuotannon väheneminen pienentää varastotasoja ja vapauttaa pääomaa muihin tarkoituksiin. Kyseessä on epäsuora hyöty, jota voidaan mallintaa asiakasarvomallissa esimerkiksi yhtenä investointitihetkelle ajoittuvana tuloeränä, jolloin kyse on epäsuorasta käyttöhyödystä. Toisaalta säästöjä voidaan mallintaa myös vuosittaisten pääomakustannusten pienenemisenä, jolloin kyseessä on käyttökustannussäästö.

Lyhyeen läpimenoaikaan liittyy myös muita hyötyjä. Osa haastatelluista yrityksistä varmistaa lyhyen läpimenoajan toteutumisen siten, että kapasiteettia ei normaalitilanteissa myydä kokonaan. Kapasiteettia siis varataan *volyymijoustavuuden* aikaansaamiseksi. Esimerkiksi miehittämättömät vuorot voivat toimia puskureina, jotka varmistavat sen, että myös kysyntäpiikkien ja mahdollisten laiterikkojen aikana lyhyt toimitusaika toteutuu. Tällöin kapasiteettikäytön tehokkuutta uhrataan ulkoisen joustavuuden varmistamiseksi. Volyymijoustavuutta voidaan hyödyntää myös kysynnän kausivaihteluiden tai laskusuhdanteiden aikana. Hiljaisempien aikojen aikana miehittämätöntä tuotantoa ei välttämättä ajeta. Tämä on henkilöstöystävällinen lähestymistapa, mutta se ei välttämättä ole kustannustehokkain käytötapa. Mikäli miehittämätöntä tuotantoa ei käytetä kaikissa tilanteissa, joudutaan osin luopumaan toisesta tärkeästä hyödystä. On kuitenkin huomioitava, että henkilöstön irtisanominen ja palkkaaminen suhdannevaihtelujen tahtiin voi olla kallista ja vaatia ylimääräistä koulutusta. Volyymijoustavuus onkin tärkeä asiakasarvon komponentti, ja asiakashaastatteluissa sen ottivat usein esille etenkin lopputuotevalmistajat: he valmistavat omia tuotteita, joille kysynnän vaihtelu on tyypillistä. Matalamman kysynnän aikaan harvat lopputuotevalmistajat myyvät ylikapasiteettiaan muuhun tuotantoon, joten useimmiten miehittämättömät tai rajoitetusti miehitetty yö-

vuorot toimivat joustavana elementtinä. Volyymijoustavuus on epäsuora hyöty, jolle ei voida antaa yksiselitteistä rahallista arvoa. Se voidaan kuitenkin huomioida laskennallisesti, investoinnin herkkyyssanalyyysissä.

Joustavuuden ohella toinen tärkeä käyttöhyötyjen ryhmä on tuotantokapasiteettitekijät. Kuten empiirisessä tutkimuksessa havaittiin, tuotantokapasiteetin lisääntyminen on yksi tärkeimmistä juurisyistä FM-järjestelmäinvestointeihin. Tuotantokapasiteettia lisääviä tekijöitä ovat sellaiset hyödyt, joiden seurauksena tuotannon tuotos lisääntyy: toisin sanoen laitteistosta saadaan ulos enemmän kappaleita samassa aikayksikössä. Yksiselitteisin keino lisätä kapasiteettia on hankkia lisää koneita. Tällöin kapasiteettilisäyksen määrittäminen on yksinkertaista. Tämä ei kuitenkaan ole FM-järjestelmän hyöty, eikä liioin käyttöhyöty. Toinen mahdollisuus lisätä tuotantokapasiteettia on kasvattaa koneilla ajettavien tuotantotuntien määrää. Kuten kyselyssä havaittiin, miehittämätön tuotanto on monille asiakkaille tärkeä investointiperuste. Suurin osa asiakkaista myös hyödyntää miehittämätöntä tuotantoa. Sen avulla kapasiteettia voidaan lisätä joko ilman henkilöstökustannusten nousemista tai vähäisin henkilöstökustannuslisäyksin. Miehittämätön tuotanto on yksi tärkeimmistä asiakasarvon komponenteista, ja se sisällytetään asiakasarvomalliin suorana käyttöhyötynä.

Kolmas keino lisätä kapasiteettia on saada aikaan enemmän tuotoksia konetunnin aikana. Toisin sanoen on kyse siitä, että vähennetään tuottamatonta aikaa, eli niin sanottuja tuotantomenetyksiä, jotka johtuvat esimerkiksi tuotantokatkoksista ja laatuvirheistä. Tuottavan ajan lisääntymiseen liittyy edellä esitelty asetusaikojen väheneminen, jota mallinnetaan käyttöasteen paranemisena. Käyttöastetta parantaa myös se, että toisin kuin useimmat integroimattomat työstökoneet, FM-järjestelmät eivät pysähdy taukojen ajaksi. Tuotantotuntien tehokkaampi hyödyntäminen on merkittävä asiakasarvon komponentti, ja se sisällytetään asiakasarvomalliin siten, että sitä mallinnetaan yhdessä asetusaikojen vähenemisen kanssa suorana hyötynä käyttöasteen paranemisen avulla.

Luonnollisesti tehokkuutta voidaan lisätä myös työstön tehokkuutta parantamalla esimerkiksi menetelmä- tai kiinnitinkehityksellä. Tämä oli huomattu myös monissa haastelluissa yrityksissä: työstöohjelmien ja kiinnitinten kehittäminen siten, että kappaleet saadaan valmiiksi mahdollisimman vähin työvaihein voi kasvattaa tuotosta huomattavasti. Menetelmäkehitys ei kuulu pelkästään FM-järjestelmien hyötyihin, mutta se voi tarjota toimittajalle oheispalvelumahdollisuuden. Menetelmä- ja kiinnitinkehityksen seurauksia voidaan mallintaa suorana hyötynä työstöajan lyhenemisen avulla. Jotta hyödyt voidaan perustella asiakkaalle, todisteeksi vaaditaan kuitenkin esimerkiksi työstöaikalaskelmia. Menetelmäkehityksen aikaansaama tuottavuusparannus sisällytetään laskennalliseen asiakasarvomalliin. Se on kuitenkin hyöty, joka on mahdollista saavuttaa myös integroimattomilla koneilla.

Tuotantokapasiteetin lisääntymisen ohella tuotannon ohjattavuuden parantuminen tuli esille niin haastatteluissa kuin kyselyssäkin. Automatisoitua tuotantoa on helpompi enustaa ja kontrolloida, sillä henkilöstön vaikutus tuotantomääriin on pienempi kuin integroimattomilla koneilla. Laitteistoa voidaan pitää tarvittaessa käynnissä myös normaalia pienemmällä miehityksellä, joten esimerkiksi poissaolot eivät välttämättä aiheutalovia kapasiteettiin. Lisäksi muut inhimilliset tekijät vaikuttavat tehokkuuteen vähemmän, sillä koneet pyörivät yksin niin kauan, kun palettivarastossa riittää ladattuja paletteja – olettaen, että koneisiin tai järjestelmään ei tule häiriöitä. Kirjallisuudessa ohjattavuuden parantumista on pidetty vaikeasti mitattavana hyötynä, ja sellainen sen havaittiin olevan myös tämän tutkimuksen perusteella. Tuotannon ohjattavuuden paraneminen on vaikeasti mitattava käyttöhyöty: se on melko tärkeä järjestelmän asiakasarvon komponentti, mutta laskennallisesti sitä on käytännössä mahdoton mallintaa luotettavasti.

### 7.2.3. Hankintakustannukset

Hankintakustannukset ovat kustannuksia, jotka syntyvät investointihetkellä. Hankintakustannukset koostuvat pääasiassa kolmesta elementistä. Näitä ovat:

1. Järjestelmä
2. Koneet ja laitteet
3. Paletit ja kiinnittimet

Useimmiten koneet ja laitteet muodostavat suurimman osan hankintamenosta. Järjestelmän hankinnalla ei ole suoraa vaikutusta kone- ja laitekustannuksiin, ellei palettiautomaation lisäksi hankita esimerkiksi robottisoluja, joita ei hankintaan muuten sisällytetäisi. Järjestelmän hankinta oletettavasti kasvattaa palettikustannuksia, sillä useimmissa tapauksissa järjestelmä sisältää enemmän koneistuspaletteja kuin esimerkiksi useammasta yksittäisestä paletinvaihtajasta koostuvat tuotantojärjestelmät. Vaikutus kiinnitinkustannuksiin on riippuvainen palettien määrästä ja kiinnitinten tyypistä.

Sekä kirjallisuudessa että asiakashaastatteluissa korkea hankintahinta mainittiin usein FM-järjestelmien heikkoudeksi. Lisäys hankintakustannuksiin riippuu kuitenkin siitä, miten eri vaihtoehtoja vertaillaan. Mikäli joka tapauksessa ostetaan sama määrä koneita, järjestelmä lisää investointikustannuksia. Toisaalta jos järjestelmän hankinnan ansiosta voidaan hankkia vähemmän koneita parantuneen tehokkuuden vuoksi, ei kustannuslisäystä välttämättä tule. Hankintakustannusten muodostuminen on siis tapauskohtaista. Asiakasarvomallin avulla tuleekin hankintahinnan sijaan painottaa sitä, että samasta laitteistosta saadaan automaation avulla enemmän irti: tällöin järjestelmän aikaansaamat lisäykset hankintakustannuksissa ovat oikeutettuja. Toinen vaihtoehto on vertailla kapasiteetiltaan vastaavia laitteistoja, jolloin investointilaskelmat ovat yksinkertaisempia.



#### 7.2.4. Käyttökustannukset

Käyttökustannukset jakautuvat asiakasarvoa lisääviin ja vähentäviin kustannuksiin. Kuten luvussa *Joustavat valmistusjärjestelmät* todettiin, esimerkiksi henkilöstökustannussäästöt luetaan usein FM-järjestelmien hyödyksi. Tässä työssä kustannussäästöt kuitenkin käsitellään vähentyvinä uhrauksina.

Haastatteluissa ja kyselyssä havaittiin henkilöstökustannussäästöjen olevan tärkeimpiä FM-järjestelmien mahdollistamia kustannussäästöjä. Tämän tutkimuksen perusteella FM-järjestelmien avulla voidaan saada aikaan säästöjä niin suorissa kuin epäsuorissakin henkilöstökustannuksissa, suorien säästöjen ollessa kuitenkin tärkeimpiä. Suorat henkilöstökustannukset koostuvat operaattorien palkoista. Näin ollen suorat säästöt ovat seurausta siitä, että tuotantojärjestelmää voidaan käyttää vähäisemmällä henkilöstömäärällä. Vaadittu operaattorimäärä on mahdollista määrittää järjestelmän suunnitteluvaiheessa varsin tarkasti, joten kustannussäästöt voidaan mallintaa suorina säästöinä. On huomattava, että henkilöstökustannussäästöt ja miehittämättömän tuotannon hyödyt ovat osin päällekkäisiä. Asiakasarvomallissa kustannussäästöjä mallinnetaan siten, että henkilöstökustannuksia vertaillaan eri ratkaisujen kesken absoluuttisesti. Miehittämättömän tuotanto käsitellään siis tuotantokapasiteettia kasvattavana tekijänä henkilöstökustannussäästön sijaan.

Epäsuorat henkilöstökustannukset koostuvat esimerkiksi ohjelmointikustannuksista, hallinto- ja valvontakustannuksista sekä menetelmä- ja kiinnitinkerhityksestä. Säästöt näissä kustannuksissa ovat tapauskohtaisia. Ne eivät ole asiakasarvon kannalta yhtä merkittäviä kuin säästöt suorissa kustannuksissa, mutta joissakin tilanteissa kuitenkin mallintamisen arvoisia. Säästöt epäsuorissa kustannuksissa käsitellään laskelmissa vastaavasti kuin suoratkin kustannussäästöt: säästöjä syntyy, mikäli henkilöstömäärää pystytään vähentämään.

Henkilöstökustannussäästöjen lisäksi FM-järjestelmillä on usein positiivisia vaikutuksia varastokustannuksiin. Varastokustannukset muodostuvat – henkilöstökustannusten lisäksi – muun muassa trukkikustannuksista ja sitoutuneen pääoman kustannuksista. Säästöt varaston trukkikustannuksissa ovat luonnollisesti riippuvaisia järjestelmän konfiguraatiosta. Mikäli järjestelmään ei sisällytetä materiaalivarastoa, säästöjä ei todennäköisesti juurikaan saavuteta, sillä tällöin poistuu ainoastaan tuotantovaiheiden välinen materiaalien siirto- ja varastointitarve. Mikäli järjestelmään sisällytetään esimerkiksi kokoonpanoa ruokkivia materiaaliasemia, voidaan kustannuksissa säästää hyvinkin merkittävästi. Lisäksi samalla vähennetään varaston epäsuoria henkilöstökustannuksia ja esimerkiksi materiaalin etsimisestä aiheutuvaa hukkatyötä. Varaston henkilöstökustannusten ja trukkikustannusten väheneminen ovat tärkeitä asiakasarvon komponentteja, jotka käsitellään suorina kustannussäästöinä.

Tilakustannukset ovat yksi merkittävimmistä kustannushyödyistä. Niiden mallintaminen on helppoa: tilakustannukset ovat suora kustannus. Ne voidaan sisällyttää joko hankinta- tai käyttökustannuksiin riippuen siitä, lasketaanko tiloille esimerkiksi vuosittainen neliökustannus, vai huomioidaanko ne kertainvestoinnin osana. Tilantarpeen väheneminen voitiin kuitenkin käsitellä myös hyötyjen yhteydessä tai jopa vaatimuksena. Myös huoltokustannukset ovat tärkeä kustannuselementti. FM-järjestelmät lisäävät huoltokohteita, joten teoriassa ne lisäävät myös huoltokustannuksia. Kyselyn perusteella keskimääräinen lisäys ei kuitenkaan ole merkittävä. Huoltokustannuksia voidaan kuitenkin tarvittaessa mallintaa suorina tai epäsuorina kustannuksina, joten ne sisällytetään arvomalliin.

### **7.2.5. Suhdehyödyt ja -kustannukset**

Empiirisessä tutkimuksessa havaittiin, että useimmiten suhdehyödyt ja -kustannukset eivät ole odotetun asiakasarvon kannalta tärkeitä tekijöitä. Suhdetekijöitä ei sisällytetä lopulliseen arvomalliin lainkaan, sillä niiden etukäteisarviointi laskennallisilla keinoin ei ole mielekästä. Ainoana jossain määrin tärkeänä suhdehyötynä tuli esille yrityskuvan paraneminen automaation seurauksena. Hyöty voi vaikuttaa FM-järjestelmää käyttävän yrityksen ja tämän asiakkaiden välisiin suhteisiin ja näin ollen myös yrityksen myyntiin. Automaation seurauksena parantuneen yrityskuvan on spekuloitu lisäävän yrityksen myyntiä, sillä asiakkaat luottavat yrityksen toimituskykyyn ja laatutasoon enemmän, mikäli toimittajalla on käytössään automaatiota. Parantunut yrityskuva ei kuitenkaan haastattelujen perusteella ole tärkeä automatisointipäätöstä tukeva tekijä, vaan ainoastaan niin sanottu lisähyöty. Yrityskuvan paranemisen käsittely suhdehyötynä olisi hie- man kyseenalaista, sillä se ei liity suoraan järjestelmätoimittajan ja tämän asiakkaan väliseen suhteeseen.

Suhdekustannuksia ovat esimerkiksi toimittaja-asiakas-suhteen hoitoon käytettävät ajalliset panokset, joita ei varsinaisesti hinnoitella tarjoamassa. Näidenkin arviointi on kuitenkin haastavaa. Lisäksi voidaan olettaa, että FM-järjestelmät eivät vaikuta suhdekustannuksiin, eivätkä kustannukset ole asiakkaan päätöksenteon kannalta merkittävä tekijä. Näin ollen niiden mallintaminen ei ole tarpeellista. Koetun asiakasarvon kannalta suhdehyödyillä ja -kustannuksilla on kuitenkin lopulta suuri merkitys. Mikäli yhteistyö toimittajan ja asiakkaan välillä ei toimi, voi tämä vähentää koettua asiakasarvoa. Odotetun asiakasarvon laskennallisessa arvioinnissa tällaisia tekijöitä ei kuitenkaan voida käytännössä huomioida.

## 7.3. Asiakasarvon määrittäminen

### 7.3.1. Yleinen asiakasarvomalli

Edellä esiteltyjen havaintojen perusteella muokataan luvussa *Joustavat valmistusjärjestelmät* esiteltyä asiakasarvomallia siten, että se vastaa empiirisen tutkimuksen tuloksia. Kyseessä on niin sanottu yleinen arvomalli, eli se sisältää kaikki tärkeimmät FM-järjestelmien hyödyt. Toisaalta myös tärkeimmät kustannukset – ja kustannussäästöt – ovat mukana mallissa. Seuraavassa kuvassa on esitetty empiirisen tutkimuksen perusteella muokattu arvomalli.



**Kuva 7.2:** Yleisluontoinen FM-järjestelmien asiakasarvomalli

Yleiseen asiakasarvomalliin sisällytettiin pääosin tekijöitä, jotka ovat joko mallinnettavissa matemaattisesti tai perusteltavissa esimerkiksi referenssimateriaalin avulla. Näin pyritään siihen, että asiakasarvon kommunikoiminen ei jää pelkästään markkinointipuheiden varaan, vaan sen muodostuminen voidaan perustella asiakkaalle mahdollisimman aukottomasti. Arvomallin uskottavuuden kannalta hyötyjen perusteltavuus onkin erittäin tärkeää (kts. Anderson et al. 1998).

Kuten edellisessä alaluvussa mainittiin, suhdekustannuksia tai hyötyjä ei sisällytetä lopulliseen asiakasarvomalliin. Luvussa *Asiakasarvo* esitellyn Anderson et al:n (2009) rakentaman hyötyjen mitattavuutta tarkastelevan viitekehyksen mukaan vaikeasti mitattavia ei-taloudellisia hyötyjä ei oteta esille markkinointimateriaalissa. Tämän tutkimuksen perusteella suhdehyödyt (ja kustannukset) ovat kategorisoitavissa näihin hyötyihin, eikä niitä näin ollen suositella otettavan markkinoinnissa esille. Etenkään suhdekustannukset eivät myöskään ole tyypillisiä yksinomaan FM-järjestelmille: toisin sanoen tutkimuksen aikana ei saatu syytä olettaa, että tuotantoratkaisuista johtuen suhdekustan-

nukset olisivat toisistaan eroavia. Suhdekustannukset olivat ainoita malliin sisältyviä vaikeasti mitattavia kustannuksia, joten lopullisessa arvomallissa tätä kustannustyyppiä ei ole mukana.

### 7.3.2. Laskennallisen asiakasarvon määrittäminen

Laskennallisen asiakasarvon määrittäminen lähestytään investointilaskentaongelmana. Asiakasarvon määrittämisessä huomioidaan edellä esiteltyyn yleiseen arvomalliin sisältyvät hyödyt ja kustannukset. Mikäli tavoitteena on selvittää suhteellinen asiakasarvo – eli FM-järjestelmän asiakasarvo verrattuna vaihtoehtoiseen investointiratkaisuun – tulee asiakasarvon määrittämisprosessissa selvittää myös muiden investointivaihtoehtojen tuotot ja kustannukset. Tämän diplomityön asiakasarvotarkastelun lähtökohtana on nimenomaan suhteellinen asiakasarvo. Asiakasarvon määrittämisprosessi etenee seuraavasti.



**Kuva 7.3:** Asiakasarvon määrittämisprosessi

Prosessi aloitetaan laitteiston valinnasta ja taustatietojen tarkastelusta. Kuten aiemmin huomattiin, valittava laitteisto asettaa rajoituksia saavutettavalle asiakasarvolle. Laitteiston valinnan yhteydessä määritetään taustatiedot, eli muun muassa luvussa *Investointien arviointi* esitelty investoinnin lähtöarvot. Tässä vaiheessa selvitetään myös investointikustannukset. Ne muodostuvat hankittavista koneista, FM-järjestelmästä ja sen komponenteista (kuten hissi ja latausasemat) sekä paletti- ja kiinnitinkustannuksista.

Laitteiston valinnan jälkeen määritetään laitteiston miehitys ja käyttöaikataulu, eli vuositteiset miehitetyt ja miehittämättömät tuotantotunnit. Arvioitua tuotantoaikataulua voidaan lähestyä esimerkiksi viikoittaisella tasolla. Toisin sanoen määritetään, kuinka monta tuotantoviikkoa vuodessa on, ja kuinka monta tuntia järjestelmää keskimäärin

käytetään tuotantoviikon aikana. Tässä vaiheessa arvioidaan myös laitteiston suunniteltu käyttöaste, eli tuottavien tuntien osuus suunnitelluista tuotantotunneista. Seuraavassa vaiheessa määritetään kaikki relevantit käyttökustannukset ja mahdolliset säästöt. Kustannusmäärityksen laajuus riippuu analysointitarkkuudesta: myyntitilanteessa tehtävissä laskelmissa joudutaan tyytymään karkeaan arvioon. Näiden valintojen jälkeen on selvillä, kuinka paljon kapasiteettia on käytettävissä, ja millaisia kustannuksia sen hyödyntäminen saa aikaan. Ideaalitulanteessa on siis selvitetty laskennassa huomioitavat investoinnin elinkaarenaikaiset kokonaiskustannukset ja käytössä oleva kapasiteetti.

Tämän jälkeen määritetään, millainen laitteistolla tuotettavien tuotteiden myyntivolyymi tulee olemaan. Myyntivolyymien määrittäminen suositellaan tehtävän keskimääräisen tuotteen perusteella: toisin sanoen valitaan laitteistolla tuotettavan keskimääräisen tuotteen vaatima valmistusaika ja sen myyntihinta. Mikäli edellisessä vaiheessa määritettiin kaikki tuotteen valmistukseen liittyvät kustannukset, saadaan myyntihinnan ja kustannusten erotuksena kappalekohtainen kate. Tässä diplomityössä laadittavassa laskennallisessa asiakasarvomallissa ei tehdä tarkkaa elinkaarikustannusanalyysiä, vaan osan kustannuksista oletetaan olevan tuotantoratkaisusta riippumattomia. Tällaisia kustannuksia voivat olla esimerkiksi tuotannon suorat energiakustannukset, joiden ei asiakashaastattelussa havaittu olevan investointipäätöksen kannalta tärkeä kustannuserä. Muiden kustannusten arvioinnissa voidaan käyttää esimerkiksi yrityksen olemassa olevaa kustannuslaskentatietoa.

Mikäli kyseessä on uus-investointi, on tilanne luonnollisesti monimutkaisempi. Tällöin muiden kustannusten arviointi voi olla haastavaa, jolloin tarkempi elinkaarikustannuslaskenta voi olla tarpeen. Tällaisessa tilanteessa voidaan käyttää myös tavoitekustannuslaskentaa, jolloin laskennassa käytetään tuotettavan tuotteen oletettua markkinahintaa ja tavoitevoittoa. Niiden erotuksena saadaan tavoitekustannukset (kts. Neilimo & Uusi-Rauva 2007, s. 137). Tavoitekustannuslaskennassa osa kustannuksista jää kuitenkin piiloon, joten menetelmään on suhtauduttava varauksella: voihan olla niin, että tavoitekustannukset eivät ole realistiset, eikä tuotetta todellisuudessa kannata valmistaa valitulla laitteistolla.

Annettujen arvojen perusteella määritetään prosessin viimeisessä vaiheessa asiakasarvo esitettynä investoinnin nettonykyarvona. Lopulta asiakasarvon määrittäminen palautuu yksinkertaiseksi investointilaskentaongelmaksi. Ennen viimeistä vaihetta on määritetty seuraavat arvot vertailtaville tuotantojärjestelmille:

- Kappalekohtaiset katteet
- Kappalekohtaiset myyntihinnat
- Tuotantovolyymit

Jos kyseessä ei ole yrityksen lopputuote, voidaan myyntihinnan sijasta käyttää esimerkiksi sisäistä siirtohintaa. Mikäli tuotantovolyymit eri laitteistojen kesken poikkeavat toisistaan, tämä voidaan tarvittaessa huomioida myös myyntihinnoissa siten, että suuremmalle tuotantovolyyymille asetetaan matalampi keskimääräisen tuotteen myyntihinta. Asiakasarvon suuruutta eri tuotantovolyyymeilla voidaan tarvittaessa testata: asiakasarvon herkkyys volyymimuutoksille kertoo muun muassa laitteiston volyymijoustavuudesta. Saavutettava tuotantovolyyymi vaikuttaa eri ratkaisujen kannattavuuteen. Mikäli FM-järjestelmäinvestoinnissa saavutetaan suurempi kapasiteetti kuin vaihtoehtoisessa investoinnissa, on korkean asiakasarvon edellytyksenä se, että myös tuotantovolyymit kasvavat.

Tarkastelussa on otettava huomioon myös laskenta-aikajänne ja investoivan yrityksen keskimääräinen pääomakustannus (WACC). Mikäli investointi on kannattava, laskennallinen asiakasarvo muodostuu luonnollisesti sitä suuremmaksi, mitä pidempi laskenta-aikajänne on. Näiden muuttujien avulla ilmaistuna asiakasarvo määräytyy teoreettisella tasolla seuraavasti:

$$NPV = \sum_{i=1}^t \frac{f_i(P_i - C_i)}{(1+r)^i} - T \quad (5)$$

Tässä aikaväli  $1...t$  on laskentataikajänne,  $f_i$  = vuosittainen tuotantovolyyymi,  $P_i$  = kappalekohtainen myyntihinta,  $C_i$  = kappalekohtaiset kustannukset,  $r$  = laskentakorkokanta ja  $T$  = investointikustannus. Kun oletetaan, että vuosittainen tuotantovolyyymi on vakio, voidaan myös myyntihinnan ja tuotantokustannusten erotuksen olettaa olevan vakio. Tällöin lausekkeen  $f_i(P_i - C_i)$  arvo on vakio  $i$ :n arvosta riippumatta.

Asiakasarvon määrittäminen on iteratiivinen. Mikäli määritetty asiakasarvo ei vastaa vaatimuksia tai vaikuta realistiselta, voidaan prosessi käydä uudestaan läpi muuttaen esimerkiksi valittua laitteistokonfiguraatiota, kapasiteettivalintoja tai investoinnin lähtöarvoja. Lopulta saadaan uusi laskennallinen asiakasarvo. Iteratiivinen prosessi on toteutuvan asiakasarvon kannalta tärkeä, sillä sen avulla voidaan analysoida laitteiston käyttötapaa. Tässä vaiheessa tulisikin tarkkaan miettiä, millaisella henkilöstöllä laitteistoa pystytään käyttämään ja kuinka paljon viikoittaisia tuotantotunteja hyödynnetään. Hyödyntämällä enemmän tuotantotunteja voidaan hankittavien koneiden määrää pienentää tai tuotantovolyyymia kasvattaa.

Asiakasarvon kannalta olisi mielenkiintoista analysoida, millaisia asiakasarvon komponenttien suhteelliset tärkeydet ovat. Komponenttien keskinäiset suhteet eivät kuitenkaan ole täysin toisistaan erotettavissa. Vaikka kahden tuotantojärjestelmävaihtoehdon välillä ei olisikaan henkilöstökustannuseroja, kappalekohtaisissa kustannuksissa erot voivat olla huomattaviakin, mikäli tuotantovolyyymeissa on eroja. Tällöin samat henkilöstökustannukset tulevat kohdistetuiksi eri tuotantovolyyymeille. Toisaalta tuotantokapasiteettia

kasvattavia tekijöitä ovat sekä vähentyneet asetusajat että lisääntyneet tuotantotunnit. Asetusaikojen eliminoinnin ja tuotantotuntien lisäyksen tuoma lisäarvo on siis yhtä suuri kuin kasvaneen tuotantovolyymin aikaansaama voiton lisäys. Asiakasarvon komponenttien suuruutta voidaankin estimoida kahdella tavalla: tarkastelemalla, kuinka paljon hyödyt lisäävät kapasiteettia tai kustannussäästöt nostavat katetta. Tätä on havainnollistettu seuraavassa:

$$NPV = \sum_{i=1}^t \frac{(f + f_1 + \dots + f_n)(P - C + S_1 + \dots + S_n)}{(1 + r)^i} - T \quad (6)$$

Tässä  $f$  on vertailtavan vaihtoehdon tuotantokapasiteetti ja tekijät  $f_j$  kapasiteettia kasvattavia seikkoja (kuten miehittämätön tuotanto ja kasvanut käyttöaste) tuotantovolyymi-vaikutuksiksi muutettuna. Muuttuja  $C$  on vertailtavan vaihtoehdon tuotantokustannus ja tekijät  $S_j$  ovat kappalekohtaisia kustannussäästöjä. Jokaiselle yksittäiselle kapasiteettia kasvattavalle tekijälle ja säästölle saadaan estimaatti, kun muut muuttujat  $f_j$  ja  $S_j$  asetetaan nolliksi eikä investointikustannusta huomioida. Estimoinnissa on kuitenkin tulkinanvaraa, sillä kapasiteettia kasvattavia tekijöitä ja kustannussäästöjä ei todellisuudessa pystytty erottamaan toisistaan. Näin ollen yksittäisten komponenttien summana laskettu asiakasarvo ei kaikissa tapauksissa ole sama, kuin täydellisillä kaavoilla 5 tai 6 määritetty.

Yhteenvetona todettakoon, että investoinnin laskennallinen asiakasarvo on siis määritettävissä investointilaskennan keinoin. Tarkastelu aloitetaan tuotantotavoitteista sekä yksittäisistä hyödyistä ja kustannuksista. Näiden perusteella määritetään tuotannon kappalekohtaiset kustannukset. Myyntihinnan ja tavoitevoiton avulla päästään kappalekohtaiseen katteeseen. Investoinnin asiakasarvo saadaan, kun kappalekohtainen kate kerrotaan laskenta-aikajänteen ennustetuilla vuosittaisilla myyntivolyymeilla, ja kassavirrat diskontataan nykyhetkeen. Käytettäessä tällaista lähestymistapaa ei eri asiakasarvon komponenteille saada yksiselitteisiä arvoja. Sen sijaan saadaan määritettyä investoinnin laskennallinen asiakasarvo, joka kertoo, kuinka kannattava investointi kokonaisuudessaan on.

## 7.4. Asiakasarvon kommunikointi

### 7.4.1. Asiakasprofiilit

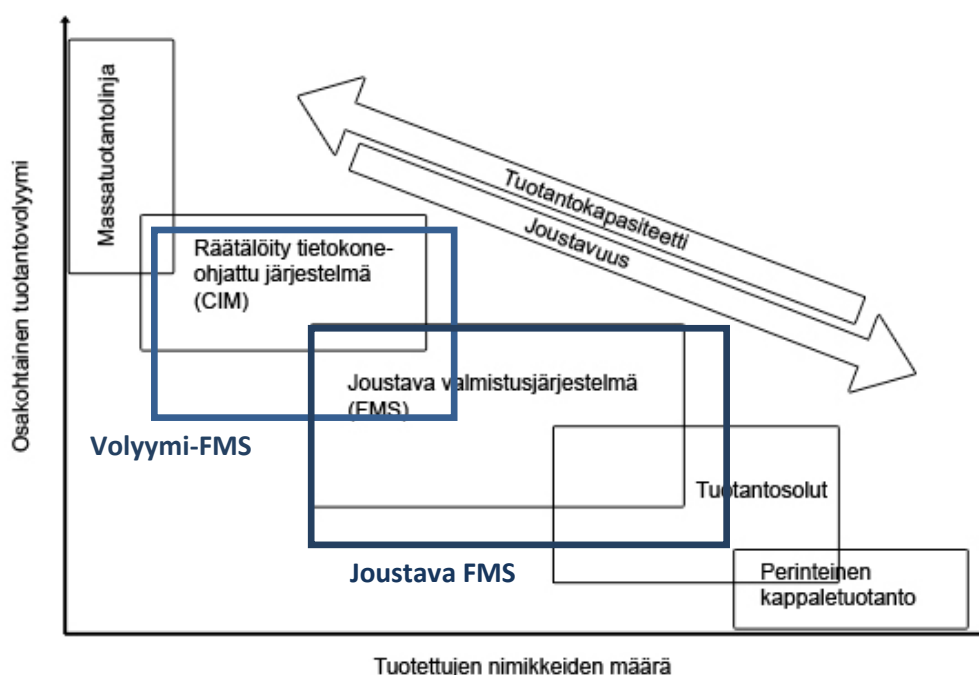
Asiakasarvon komponentit eivät ole suhteellisesti yhtä tärkeitä kaikille yrityksille. Kuten Anderson et al. (2006, 2009) toteavat, myynnissä ja markkinoinnissa käytettävät hyödyt kannattaa valita asiakkaan arvostusten mukaan. Asiakasarvon komponenteista rakennettavat arvolupaukset tuleekin laatia esimerkiksi segmenttikohtaisesti. Tässä työssä tunnistettuja segmenttejä kutsutaan asiakasprofiileiksi. Teoriaosuudessa tarkasteltiin millaisia käyttötapoja valmistusjärjestelmillä on havaittu olevan. Tällöin esiteltiin

Leen (1996) jaottelu, jossa järjestelmät jaettiin tuotettavien osatyyppeihin ja eräkokojen perusteella kolmeen tyyppiin: JIT-tuotanto, joustava erätuotanto ja volyymituotanto. Tämän työn empiirisessä osuudessa havaittiin, että Leen (1996) esittämä jaottelu kuvaa järjestelmien käyttötapoja suhteellisen hyvin. Käyttäjäprofiileja päätettiin kuitenkin tutkia syvemmin, ja havaittiin, että Leen (1996) esittämien jaotteluperiaatteiden avulla ei voida aukottomasti jaotella tässä tutkimuksessa haastateltuja asiakkaita erilaisiin käyttäjäprofiileihin. Profiilijakoa päädyttiinkin muokkaamaan siten, että se vastaa paremmin tutkimuksen havaintoja.

Tutkimukseen osallistuneiden asiakkaiden vuosittaisia kappalemääriä, eräkokoja ja ilmoitettuja käyttöasteita ristiin vertailtaessa ei ole havaittavissa asiakkaiden jakautuvan systemaattisesti tiettyihin ryhmiin, vaan jakaumat ovat melko jatkuvia. Esimerkiksi yhden kappaleen erä tuottavista yrityksistä osan vuosittaiset nimikkeet ovat hyvin vähäiset, osalla jopa satoja. Toisaalta esimerkiksi saavutetun käyttöasteen ja eräkokojen tai saavutetun käyttöasteen ja tuotettavien nimikkeiden määrän välillä ei havaittu olevan merkittävää korrelaatiota. Näin ollen ei ole mielekästä käyttää saavutettavaa käyttöastetta jaotteluperusteena, kuten Lee (1996) tekee. Huomionarvoista on, että nyt on kyseessä käyttöaste tuotantotunneista, ei siis vuosittainen käyttöaste.

Tutkimuksessa havaittiin, että jaotteluperusteista nimikemäärä – tai oikeastaan valmistusteknisesti toisistaan eroavien nimikkeiden määrä – on erityisen merkityksellinen tekijä. Se vaikuttaa järjestelmän joustavuusvaatimukseen: tuotantolaitteiden joustavuuteen, prosessijoustavuuteen ja tuotejoustavuuteen. Valmistusteknisesti erilaisten nimikkeiden määrän mukaan määräytyy myös vaadittavien erityyppisten kiinnittimien määrä. Järjestelmät jaotellaankin kahteen pääluokkaan nimikemäärän perusteella: volyymi-FMS sekä joustavan tuotannon FMS. Tarkkoja rajoja näille ryhmille ei aseteta, sillä raja on joka tapauksessa tulkinnanvarainen. Suuntalinjana on kuitenkin se, että mitä vähemmän erilaisia nimikkeitä tai nimiketyyppejä järjestelmässä valmistetaan, sitä helpompaa on esimerkiksi kiinnittinten hallinta ja tuotannon suunnittelu. Seuraavassa kuvassa nämä käyttöprofiilit on sijoitettu tuotantojärjestelmien soveltuvuutta kuvaavaan viitekehykseen (kts. Aggarwal et al. 1993)





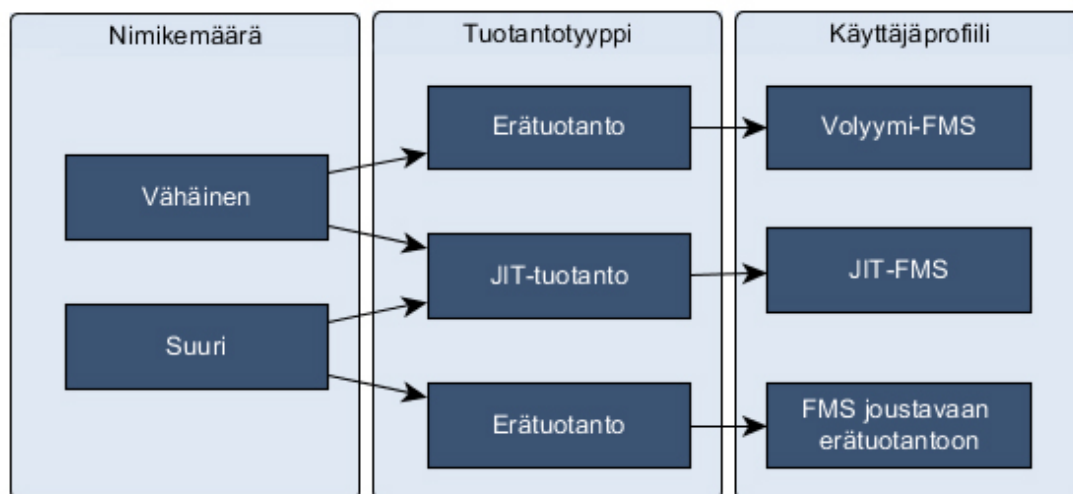
**Kuva 7.4:** Käyttöprofiilien tunnusomaiset piirteet

Sijoittelu on suuntaa antava. Tunnusomaisena piirteenä volyyymi-FMS:lle voidaan kuitenkin pitää sitä, että niillä pystytään tuottamaan jopa pienimuotoista massatuotantoa. Näin ollen ne kilpailevat osin erilaisten järjestelmien kanssa kuin joustavaan kappaletuotantoon käytettävä FMS. Massatuotantolinjan tehokkuuteen järjestelmillä ei kuitenkaan käytännössä päästä. Joustavaan kappaletuotantoon käytettävä FMS vastaa paremmin joustavien valmistusjärjestelmien pääasiallista käyttötapaa. Ääritapauksissa järjestelmiä siis käytetään kuin tässä viitekehyksessä esiteltyjä tuotantosoluja. Perinteisen kappaletuotannon suuriin nimikemääriin FM-järjestelmät eivät taivu, sillä automaatio vaatii riittävästi tuotannossa toistuvia nimikkeitä.

Nimikemäärän lisäksi merkittävä tekijä järjestelmän käyttötapaa määritettäessä on tuotannon aikataulutus. Tuotantotyyppit jaetaan päätasolla kahteen tyyppiin: erätuotantoon ja JIT-tuotantoon. Erätuotannossa tuotteita valmistetaan yleensä määrätyn kokoisissa erissä, ja niitä varastoidaan tarpeen mukaan. JIT-tuotannossa tuotetaan kappaleita useimmiten vain tarpeeseen, eli tarve varastoinnille pyritään minimoimaan. Asiakashaastatteluissa selvisi, että JIT-tuotannossa volyyymi-osien tuotannon ohjausperiaatteena voi kuitenkin olla esimerkiksi kanban-ohjaus (kts. esim. Gupta et al. 1999), jolloin kyseessä voi olla standardiosien tuotanto puskurivarastoon. Toisaalta taas pienimienekisiä osia tuotetaan tällöinkin vain tilauksesta. JIT-tuotannon havaittiin olevan tyypillistä lopputuotevalmistajille. Alihankkijat ja moduulitoimittajat tuottavat tuotteitaan useammin erissä. Kuitenkin osa moduulitoimittajistakin on omaksunut JIT-tuotannon periaatteet. JIT-tuotannon sijaan puhutaan usein myös Lean-tuotannosta, vaikka termit eivät synonyymeja olekaan. Tässä työssä käytetään termiä JIT (Just in Time), sillä Lean-

tuotannolla tarkoitetaan usein laajempaa tuotantofilosofiaa. (kts. esim. Sánchez & Pérez 2001)

Asiakkaat jaetaan käyttäjäprofiileihin tuotettavan nimikemäärän ja tuotannon tyypin perusteella. Merkitsevimpänä tekijänä on tuotettavien nimikkeiden määrä. Seuraavassa kuvassa on hahmoteltu järjestelmien jaottelusta eri käyttäjäprofiileihin.



**Kuva 7.5:** Käyttötapojen luokittelu.

Nimikemäärän perusteella määräytyy, käytetäänkö järjestelmää volyymituotantoon vai joustavaan kappaletuotantoon. Tämän jälkeen tuotantotyyppi määrittää lopullisen profiilin. Järjestelmäkäyttäjien jakaminen näihin profiileihin ei ole yksikäsitteistä, sillä järjestelmiä voidaan käyttää useampaan tuotantotyyppiin. Yhdessä järjestelmässä voidaan tuottaa sekä volyymiosia, että harvemmin valmistettavia pienen eräkoon kappaleita. Kaikkia tuotettavia kappaletyyppejä voidaan käyttää samoissa lopputuotteissa. Näin ollen jako on tehtävä pääasiallisen käytön perusteella: asiakkaat jaetaan näihin profiileihin merkittävimpien valmistettavien kappaleiden perusteella. Hyvänä ohjenuorana toimii myös tuotannon erä koko: mitä matalampi keskimääräinen erä koko on, sitä todennäköisemmin asiakas pyrkii tuottamaan tuotteitaan JIT-periaatteella. Seuraavassa taulukossa on esitelty eri käyttäjäprofiileille tyypillisiä piirteitä.

**Taulukko 7.1:** FM-järjestelmien tyypilliset käyttöprofiilit

Joustava erätuotanto	Volyymituotanto	JIT-tuotanto
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Vaihtelevat eräkoot</li> <li>•Paljon erilaisia nimikkeitä</li> <li>•Läpimenoaika ei niin tärkeä</li> <li>•Tuotantotuntien maksimointi</li> <li>• Korkea käyttöaste</li> <li>• Usein alihankintaa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Eräkoot yleensä suuria</li> <li>•Vähän erilaisia nimikkeitä</li> <li>•Usein varastoon valmistaminen</li> <li>•Käyttöasteen ja tuotantotuntien maksimointi</li> <li>• Yksikkökustannusten minimointi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Useimmiten pienet erät yhdestä ylöspäin</li> <li>•Vaihteleva määrä erilaisia nimikkeitä</li> <li>•Läpimenoajan minimointi</li> <li>•Keskeneräisen tuotannon minimointi</li> <li>• Usein omien tuotteiden valmistusta</li> </ul>

Joustavaan erätuotantoon suunnatuissa FM-järjestelmissä tuotetaan useimmiten huomattava määrä erilaisia nimikkeitä – tämän tutkimuksen mukaan jopa 2000 erilaista nimikettä vuosittain. Joustavaan erätuotantoon tähtääville asiakkaille läpimenoajan ja keskeneräisen tuotannon minimointi ei ole ensisijainen tavoite. Sen sijaan tärkeämpänä pidetään korkeaa kapasiteettikäyttöä ja usein myös henkilöstösäästöjä arvostetaan enemmän. Kun läpimenoaikaa ei ole tarvetta minimoida, voidaan tuotantotilauksia järjestellä siten, että käyttöaste ja mahdollisesti myös miehittämätön tuotanto saadaan maksimoitua. Tämä johtaa kuitenkin keskeneräisen tuotannon lisääntymiseen, sillä tuotantotilaukset joutuvat odottamaan vuoroaan. Joustava erätuotanto on tyypillistä alihankintaa harjoittaville yrityksille, joille tuotteiden toimitusaika ei välttämättä ole kriittinen kilpailutekijä.

Volyymituotannossa nimikkeiden määrä on vähäinen – mahdollisesti niinkin alhainen kuin viisi. Järjestelmien eräkoot ovat useimmiten suuria, sillä volyymiosia toimitetaan yleensä enemmän kerralla ja monissa tapauksissa niitä myös varastoidaan. Mikäli järjestelmässä tuotetaan vain vähän erilaisia osia, on järjestelmien konfigurointi ja käyttö yksinkertaisempaa. Myös järjestelmillä saavutettavat hyödyt ovat tällöin selkeät. Volyymituotannossa pyritään mataliin yksikkökustannuksiin muun muassa tehokkaan järjestelmäkäytön, henkilöstökustannussäästöjen ja menetelmäkehityksen avulla. Käyttöaste halutaan kaikkina aikoina pitää mahdollisimman korkeana. Useimmiten toimitusaika ei volyymituotannossa ole yhtä tärkeä kilpailutekijä, kuin se on JIT-järjestelmissä. Volyyimi-FMS:lle tyypillisen vähäisen nimikemäärän vuoksi järjestelmien automaatioaste voidaan nostaa korkeammalle kuin suuren valmistusteknisesti eroavien määrän valmistukseen tarkoitetussa FMS:ssä: esimerkiksi robotisoitujen sovellusten hyödyntäminen on yksinkertaisempaa.

JIT-FMS:lle tyypillisin ominaisuus on pieniin eräkokoihin ja lyhyeen läpimenoaikaan sekä vähäiseen keskeneräiseen tuotantoon pyrkiminen. Järjestelmissä voidaan valmistaa vaihtelevaa määrää erilaisia kappaleita. Erikoistapauksessa JIT-FMS:ää voidaan käyttää myös volyymituotantoon. Tällöin valmistettavat erät ovat hyvin pieniä, mutta vuosittai-

set volyymit suuria. Järjestelmällä saavutettavat edut poikkeavat suurten erien tuotantoon tarkoitetusta FMS:stä, sillä järjestelmän on käytännössä toimittava kellon tarkkuudella. Nimikemäärästä riippumatta JIT-tuotannossa tähdätään korkeaan sisäiseen joustavuuteen, jonka avulla pystytään minimoimaan toimitusaika ja näin parantamaan myös ulkoista joustavuutta ja asiakaspalvelua. Asiakastarpeeseen voisi olla hyvin vaikea vastata esimerkiksi varastoimalla tuotteita, sillä monet lopputuotteet ovat räätälöityjä, ja ne koostuvat suuresta määrästä erilaisia komponentteja. Lyhyt tilauksen läpimenoaika on siis käytännössä ainoa tapa lyhentää toimitusaikaa. Haastatelluista asiakastyypeistä etenkin lopputuotevalmistajat käyttävät järjestelmiään usein JIT-periaatteella. Täyteen kapasiteettikäyttöön ei aina pyritä, sillä lopputuotevalmistajat valmistavat tuotteita vain sen verran, kuin myynti vaatii. Ylikapasiteettia ei useimmiten myydä ulos. Myös osa komponenttivalmistajista oli omaksunut JIT-tuotannon.

Eri käyttäjäprofiileja edustavien yritysten ansaintalogiikoissa on eroja. Ehkäpä tunnusomaisin ero on se, että volyymituotteiden käyttöön tarkoitetuissa järjestelmissä pyritään useimmiten tuotantokustannusten minimointiin. Tähän on syynä se, että volyymiosien katteet ovat usein hyvin matalia. Puhtaassa volyymituotannossa kilpaillaankin usein hinnalla, kun taas joustavaan JIT-tuotannossa hinnan lisäksi myös lyhyt toimitusaika on hyvin tärkeä. JIT-periaatteella toimivat järjestelmät tuottavatkin usein komponentteja suoraan kokoonpanon tarpeisiin. Seuraavassa alaluvussa on tarkasteltu, mitkä ovat tärkeimpiä asiakasarvon komponentteja eri käyttäjäprofiileja edustaville yrityksille.

#### **7.4.2. Arvolupaukset**

Arvolupaukset rakennetaan arvomallissa esitellyistä komponenteista siten, että kuhunkin lupaukseen valitaan hyödyt, jotka ovat kullekin asiakastyypille tärkeimpiä. Eri käyttäjäprofiileille rakennettavien arvolupausten avulla pyritään helpottamaan FM-järjestelmien asiakasarvon kommunikointia. Arvolupaukset perustuvat Anderson et al.:n (2006) laatimaan viitekehukseen, jossa esiteltiin kolme arvolupaustyyppiä: kaikki edut sisältävä lupaus, paremmuudet esittelevä lupaus ja vertaileva lupaus. Tässä työssä käytettäväksi valittiin vertaileva lupaus, joka on näistä kaikkein haastavin rakentaa sen vaatimien informaatiotarpeiden vuoksi. Empiirisessä tutkimuksessa saatiin kuitenkin paljon tietoa niin asiakkaiden preferensseistä kuin heidän kilpailevia ratkaisuja koskevasta käsityksistään, joten vertailevan lupauksen laatiminen on mahdollista. Seuraavassa taulukossa on esitetty tekijöitä, joita ehdotetaan sisällytettäväksi erilaisiin tuotantoprofiileihin edustavien asiakkaiden arvolupauksiin.

*Taulukko 7.2: Käyttäjäprofiilikohtaiset arvolupauksen komponentit*

FMS joustavaan erätuotantoon	Volyyymi-FMS	JIT-FMS
Henkilöstön tehokkuus Miehittämätön tuotanto Tilankäyttö Käyttövarmuus		
Joustavuus Käyttötuntien maksimointi	Kustannustehokkuus Käyttötuntien maksimointi Lisäautomaatio	Joustavuus Läpimenoaika KET-säästöt

Kaikille tuotantoprofiileille tärkeitä hyötyjä ovat henkilöstön tehokkuuden lisääntyminen, miehittämättömän tuotannon mahdollisuus ja tilankäyttö. Lisäksi käyttövarmuus otetaan esille tasapelitilanteena. Etenkin JIT-tuotantoon suunnatuille FM-järjestelmille käyttövarmuus (korkea käytettävyys) on erittäin tärkeää, sillä tuotannon ja kokoonpanon välillä on usein hyvin pieni puskurivarasto. Näin ollen lyhytkin tuotantokatkos voi pysäyttää kokoonpanon. Luonnollisesti käyttövarmuus on tärkeä myös muissa tapauksissa, mutta silloin se ei ole yhtä kriittinen tekijä.

Lisäksi voidaan tunnistaa tuotantoprofiileille tärkeitä tekijöitä. Joustavassa erätuotannossa tärkeitä tekijöitä ovat tuotejoustavuus ja käyttöasteen maksimointi. Volyymituotantoon käytettävissä FM-järjestelmissä yksikkökustannukset pyritään laskemaan mahdollisimman alas maksimoimalla käyttöaste ja minimoimalla osakohtaiset kustannukset kehittämällä valmistusmenetelmät huippuunsa. Valmistusmenetelmien kehittämiseen kannattaa panostaa enemmän, kun osien volyymit ja toistuvuus ovat suurempia. Lisäksi volyymituotantoon käytettävien FM-järjestelmien yhteydessä on helpompi soveltaa lisäautomaatiota – esimerkiksi robottisovelluksia – ja tehostaa tuotantoa sekä vähentää kustannuksia entisestään. JIT-FMS:llä pyritään ennen kaikkea joustavuuden lisääntymiseen: tämä mahdollistaa pienten eräkokojen valmistuksen ja näin myös läpimenoaikojen lyhentämisen.

Näistä tekijöistä rakennetaan sopivin arvolupaus erilaisiin tilanteisiin. Seuraavassa kuvassa on esitetty esimerkki arvolupauksesta, joka soveltuu volyyymi-FMS:n tärkeimpien hyötyjen esittämiseen.



**Kuva 7.6:** Esimerkki volyymi-FMS:lle soveltuvasta arvolupauksesta

Arvolupaukseen on valittu kolme mitattavaa hyötyä. Kasvanut tuotantokapasiteetti on seurausta miehittämättömän tuotannon mahdollisuudesta sekä kapasiteetin käyttöasteen nousemisesta. Henkilöstösäästöjä saavutetaan vähentyneen operaattorimäärän sekä FM-järjestelmään sisältyvän varaston ansiosta. Yhdessä nämä hyödyt ja säästöt muodostavat suurimman osan investoinnin takaisinmaksusta. Rahalliset hyödyt voidaan perustella laskelmien ja referenssitapausten avulla. Referenssitapausten avulla vakuutetaan asiakas siitä, että laskelmissa käytettävät arvot ovat oikeita. Laskemilla osoitetaan, että säästöt todella toteutuvat myös asiakkaan tuotannossa.

Lisäksi painotetaan kuitenkin myös järjestelmän käyttövarmuutta ja laajennettavuutta. Käyttövarmuus ei tuo lisäetua verrattuna integroimattomiin koneisiin. Sen esille ottaminen ja referenssi-informaation esitleminen voi vähentää asiakkaan mahdollisia pelkoja siitä, että järjestelmä lisää tuotantokatkoksia. Laajennettavuus voidaan ottaa esille, mikäli asiakkaalla on tulevaisuuden suunnitelmia järjestelmän laajentamisen suhteen. Voidaan esimerkiksi esitellä vaihtoehtoja, sekä niiden aiheuttamia kustannuksia. Laajennukset ovat usein suhteessa edullisempia kuin perusinvestointi, sillä esimerkiksi hissejä ja latausasemia ei välttämättä tarvita lisää. Näin ollen järjestelmän laajentaminen voi olla erityisen kannattavaa.

Vastaavat arvolupaukset voidaan rakentaa myös kahdelle muulle asiakasprofiilille. Tässä yhteydessä niitä ei kuitenkaan esitellä. Elementit ovat kuitenkin hyvin samankaltaisia kuin volyymijärjestelmänkin tapauksessa. Tuotantotuntien sijaan painotetaan kuitenkin joustavuutta ja sitä, että myös suuria nimikemääriä voidaan tuottaa tehokkaasti käyttöasteen siitä juuri kärsimättä. Myös joustavuuden etuja voidaan perustella referenssitapauksilla. Referenssitapausten lisäksi perustelussa voidaan käyttää myös laskennallista

arvomallia. Sellainen rakennettiin tämän diplomityöprosessin aikana. Mallia on esitelty seuraavassa alaluvussa.

## 7.5. Laskentatyökalun esittely

Varsinaiseksi myynnin työkaluksi tarkoitettu laskennallinen arvomalli perustuu asiakasarvon määrittämiseen investointilaskelmien avulla. Rakennetun arvomallin perusteella on valittu laskentatyökaluun sisällytettävät elementit, ja tapauskohtaisesti mietitty, miten niiden mallintaminen on toteutettavissa. Laskentamenetelmänä on perinteinen kustannuksiin ja tuottoihin pohjautuva nettonykyarvoanalyysi, jonka taustalla on tuloslaskelmapohjainen laskenta. Nettonykyarvon lisäksi laskentatyökalu tarjoaa kattavan joukon muitakin tunnuslukuja, kuten investoinnin tuottoasteen ja sisäisen korkokannan.

Laskenta perustuu arvioon myyntivolyymista sekä kappalekohtaisesta katteesta. Tämän lisäksi laskelmaan sisällytetään kustannuksia, jotka todennäköisesti eroavat eri vaihtoehtojen kesken. Laskelmaan ei oteta mukaan kustannuksia, joiden kappalekohtaisten erojen ei arvella olevan huomattavia: niillä ei siis ole asiakkaan investointipäätöksen kannalta suurta merkitystä. Tällaisten kustannusten sisällyttäminen laskelmiin olisi haastavaa, sillä niiden tarkka arviointi vaatisi monissa tapauksissa elinkaarikustannusanalyysin tekemistä. Seuraavassa on esitetty laskentaan vaikuttavat muuttujat.

*Taulukko 7.3: Laskentamuuttujat*

Muuttuja	Selitys
<b>Tuotanto &amp; henkilöstö</b>	
Tuotantoviikot	Vuosittaiset tuotantoviikot eri vaihtoehtojen kanssa
Tuotantotunnit	Miehitetyt ja miehittämättömät tuotantotunnit
Tuotantohenkilöstö	Vaadittu henkilöstö per miehitetty vuoro
Muu henkilöstö	Esimerkiksi varastohenkilöstö.
<b>Huolto ja laatu</b>	
Huoltosopimus	Mahdollisen huoltosopimuksen hinta
Korjaukset	Muiden arveltujen korjausten hinta
Varaosakulut	Vuosittaiset odotetut varaosakustannukset
Materiaalikäyttö	Materiaalikäytön osakohtainen ero nykyiseen, %
Virheprosentti	Viallisten tuotteiden arvioitu osuus tuotannosta
<b>Varasto ja tilankäyttö</b>	
Trukkikustannukset	Vuosittaiset trukkikustannukset
Muut logistiikkakust.	Esimerkiksi hukkatyön kustannukset
Pinta-alakustannus	Vaihtoehtojen tilakustannukset
Sitoutunut pääoma	Keskeneräinen tuotanto ja lopputuotevarasto

Muuttujiksi on valittu seikkoja, joiden avulla pystytään kuvaamaan edellisissä alaluvuissa esiteltyjä FM-järjestelmien tärkeimpiä kommunikoitavissa olevia hyötyjä. Näiden laskentamuuttujien lisäksi laskelmiin vaikuttavat niin sanotut taustamuuttujat. Taustamuuttujat ovat määritettävissä tapauskohtaisesti; niitä ovat esimerkiksi laskentakorko-

kanta, yritysveroprosentti ja henkilöstön palkka. Taustamuuttujille yhteistä on se, että FM-järjestelmä ei käytännössä juurikaan vaikuta niihin. Muuttujien arvo on siis sama riippumatta siitä, tarkastellaanko FM-järjestelmää vai kilpailevaa ratkaisua. Laskentatyökalun laskentaperiaate on esitelty liitteessä 10.

Käyttöliittymä ja toiminnallisuudet kehitettiin mahdollisimman selkeiksi ja helppokäyttöisiksi. Käytettäväksi ohjelmistoksi valittiin Microsoft Excel, sillä työkalun rakentaminen Excel-pohjaiseksi on helppoa, työkalu on muokattavissa, ja lisäksi erillisiä ohjelmistokustannuksia ei synny. Kehitysprosessi lähti liikkeelle käytettävyyden ehdoilla: ensimmäiseksi mietittiin, millainen käyttöliittymän halutaan olevan, ja tämän jälkeen suunniteltiin, miten toiminnallisuudet saadaan sisällytettyä valittuun konseptiin. Ulkoasun esikuvaksi valittiin Fastemsin MMS5-ohjausohjelmisto. Lopullisen työkalun rakentaminen vaati lopulta useita kehitysvaiheita. Käyttöliittymää kehitettiin parempaan suuntaan saadun palautteen perusteella. Rakennusprosessin eri vaiheissa työkalusta keskusteltiin sekä tulevien käyttäjien, että investointilaskentaan perehtyneiden tahojen kanssa.

Laskentatyökalun lanseeraus tapahtuu diplomityön valmistuttua. Osalle Fastemsin myyntihenkilöstöstä uuden laskentatyökalun kehitys on tullut tutuksi jo sisäisten haastattelujen yhteydessä. Lisäksi laskentatyökalusta kiinnostuneilta myyjiltä on pyydetty palautetta sen toiminnallisuuksista. Työkalun käytettävyydestä ja toiminnallisuuksista pyydettiin palautetta vain testihenkilöiltä, joihin sisältyi Fastemsin myynnin, myynnin tuen ja taloushallinnon jäseniä. Lisäksi palautetta saatiin myös Tampereen teknillisen yliopiston henkilöstöltä. Työkalun yksinkertaisuuden vuoksi sen käyttö ei vaadi laajaa koulutusta. Diplomityön rakenne- ja toiminnallisuuskuvauksen ohella työkalulle laaditaan lyhyt pikaopas. Tämän lisäksi myyntihenkilöstölle suositellaan pidettäväksi koulutuspäivä työkalun käytöstä. Työkalua käyttääkseen myyjän on siis hallittava investointilaskennan perusteet, sekä pystyttävä perustelemaan, miksi FMS:n avulla voidaan saavuttaa kilpailevia ratkaisuja parempia tuotantolukuja.

Työkalu on tarkoitettu käytettäväksi myyntitilanteessa. Mallin vaatimat pohjatiedot ja muuttujat täytetään yhdessä asiakkaan kanssa. Laskentamalli sisältää referenssitapauksiin perustuvia oletusarvoja. Kaikki lähtöarvot ovat kuitenkin muutettavissa. Kun asiakas kykenee vaikuttamaan laskelmiin, hän kokee niiden perustuvan todellisiin faktoihin. On tärkeää, että kaikki järjestelmän käyttöön oleellisesti liittyvät seikat ainakin otetaan esille vaikka ne eivät olisikaan toimittajan kannalta positiivisia. (kts. Anderson et al. 1998) Työkalua täytettäessä tulee myös havainnollistetuksi konkreettisten esimerkkien avulla, kuinka FM-järjestelmien hyödyt todellisuudessa vaikuttavat asiakkaan tuotantoon. Laskentatyökalu auttaa asiakasta valitsemaan sellaisen käyttötavan, että järjestelmän käyttö on mahdollisimman tehokasta.



## 8. PÄÄTELMÄT

### 8.1. Joustavien valmistusjärjestelmien asiakasarvo

Useissa tieteellisissä julkaisuissa on esitetty, että FM-järjestelmäinvestointien perusteleminen investointilaskelmin on haasteellista. Tässä diplomityössä saatiin vahva käsitys siitä, miksi tällainen väite on esitetty. Laskennallisessa mielessä FM-järjestelmäinvestointi on tuotantojärjestelmäinvestointi muiden joukossa. Haasteet liittyvät pikemminkin muutokseen: kuten luvussa *Joustavat valmistusjärjestelmät* havaittiin, valmistusjärjestelmiltä vaaditaan nykypäivänä joustavuutta. Usein ei voida keskittyä joko kokonaisvaltaiseen asiakaskohtaiseen räätälöintiin tai puhtaaseen massatuotantoon, vaan on löydettävä sopiva kompromissiratkaisu näiden väliltä. Voidaankin arvella, että FM-järjestelmäinvestoinnit koetaan haastaviksi arvioida, sillä vertailtavat laitteistot ovat usein hyvin erilaisia. Monet laskelmien haasteita käsittelevät tutkimukset ovat kuitenkin jo iäkkäitä. Nykypäivänä FM-järjestelmiä on käytössä huomattavasti enemmän kuin 1980- ja 1990-lukujen vaihteessa, jolloin merkittävä osa FM-järjestelmiä koskevista tutkimuksista on julkaistu. Yksin case-yritys Fastems on toimittanut viimeisen 20 vuoden aikana noin tuhat järjestelmää. Näin ollen järjestelmien käytöstä ja hyödyistä on nykypäivänä huomattavasti kokemusta.

Tämän diplomityön aikana toteutettiin kaksi osin itsenäistä asiakastutkimusta: asiakashaastattelukierros sekä Internet-kysely. Haastatteluihin osallistui 16 ja kyselyyn vastasi 24 Fastemsin asiakasta. Tutkimusten perusteella saatiin vahva käsitys siitä, mihin FM-järjestelmäinvestoinneilla on pyritty. Useimmiten FM-järjestelmillä pyritään tuotannon joustavuuden parantamiseen, kustannussäästöihin ja tuotantotehokkuuden kasvattamiseen. Tuotannon joustavuuden tunnusomaisin piirre on lyhyt toimitusaika, joka saavutetaan varastovalmistuksen sijaan lyhyen läpimenoajan avulla. FM-järjestelmiä käytetään monin eri tavoin, joten järjestelmien asiakasarvon muodostumiselle ei voida määrittää yksiselitteistä laskentakaavaa: esimerkiksi lyhyt läpimenoaika ei ole tärkeää kaikille järjestelmien käyttäjille. Tavoiteltavat hyödyt ja saavutettava asiakasarvo riippuvat siis tavoitteista ja käyttötavoista. Seuraavassa tarkastellaan tutkimuksen tuloksia käymällä läpi tutkimuksen tavoitteet ja niiden toteutuminen.

#### Diplomityön ensimmäinen osatavoite kuului seuraavasti:

Rakentaa asiakasarvomallin viitekehys investointihyödykkeille.

Luvussa *Asiakasarvo* rakennettiin viitekehys, joka soveltuu investointihyödykkeiden asiakasarvon analysointiin. Viitekehys toimii visuaalisena työkaluna ja auttaa asiakasar-

von komponenttien jäsentelyssä. Kehitettäessä viitekehystä määriteltiin useita asiakasarvoon liittyviä käsitteitä ja esiteltiin työkaluja, joita varsinaisessa asiakasarvoanalyysissä käytetään. Investointihyödykkeiden asiakasarvon määriteltiin koostuvan komponenteista, joita ovat hyödyt ja uhraukset. Nämä ovat edelleen jaettavissa tuote-, käyttö- ja suhdetekijöihin. Tekijät kategorisoidaan mitattavuutensa perusteella suoriin, epäsuoriin ja vaikeasti mitattaviin. Mitattavuuden perusteella määräytyy niiden laskennallinen käsittely arvomallissa. Työn ensimmäinen tavoite saavutettiin, sillä viitekehys saatiin rakennettua.

### **Diplomityön toinen osatavoite kuului seuraavasti:**

Tunnistaa relevantit FM-järjestelmien hyödyt.

FM-järjestelmien hyötyjä – ja toisaalta niiden käyttöön liittyviä haasteita – selvitettiin kirjallisuuskatsauksessa. Havaittiin, että joustavien valmistusjärjestelmien hyödyt jaetaan kirjallisuudessa useimmiten kahteen luokkaan, mitattaviin ja vaikeasti mitattaviin. Mitattavat hyödyt on suhteellisen helppo sisällyttää investointilaskelmiin: tällaisiksi hyödyiksi mainitaan useimmiten esimerkiksi asetusaikojen eliminointi ja henkilöstökustannussäästöt. Vaikeasti mitattavien hyötyjen tarkan rahallisen arvon määrittäminen on haastavampaa, sillä ne eivät vaikuta yrityksen kustannusrakenteeseen tai myyntiin suoraan. Vaikeasti mitattavia hyötyjä voivat olla esimerkiksi läpimenoajan lyheneminen tai yrityskuvan paraneminen.

Tunnistettujen hyötyjen avulla laadittiin empiirisessä tutkimuksessa toteutettavien epäsuorien arvokyselyjen – jollaisia sekä haastattelut että kysely olivat – kysymysrungot. (kts. alaluku *Asiakasarvon selvittäminen ja viestiminen*). Hyötyjä tunnistettiin varsin kattavasti, ja empiirisen vaihteen tutkimusmenetelmät kyettiin suunnittelemaan kirjallisuuskatsauksen perusteella suunnitellusti. Työn myöhemmissä vaiheissa ei ole saatu viitteitä siitä, että kirjallisuuskatsauksen hyötyanalyysissä olisi jäänyt tunnistamatta merkittäviä hyötyjä. Näin ollen toisen tavoitteen voidaan todeta toteutuneen vaaditusti.

### **Diplomityön kolmas osatavoite kuului seuraavasti:**

Selvittää, mitkä ovat tärkeimmät hyödyt ja millainen vaikutus niillä on asiakasarvon muodostumisessa.

FM-järjestelmien asiakasarvon kantava ajatus voidaan tiivistää yhteen lauseeseen: järjestelmiin kytketyillä työstökoneilla voidaan saavuttaa suurempi tuotantovolyyymi matalammin yksikkökustannuksin kuin samalla määrällä integroimattomia työstökoneita täytettäessä vastaavaa tuotantotarvetta. Tutkimuksessa havaittiin, että laskennallinen asiakasarvo koostuu kahdesta hyötytyypistä, jotka vaikuttavat pääpiirteittäin seuraavasti:

- *Hyödyt* lisäävät asiakkaan tuotantoa tai liikevaihtoa tai parantavat tämän suhteellista kilpailukykyä.
- Vähentyneet *uhraukset* kasvattavat asiakkaan liikevoittoa tai parantavat tämän suhteellista kilpailukykyä

Tutkimuksessa havaitut merkittävimmät hyödyt ovat kapasiteetin käyttöasteen kasvaminen sekä miehittämättömän tuotannon mahdollisuus. Huomionarvoista on se, että FM-järjestelmien avulla kapasiteetin käyttöaste voidaan pitää korkeana käytännössä riippumatta tuotannon eräkoosta. Muun muassa asetusajoista johtuen kilpailevilla ratkaisuilla ei usein saavuteta yhtä korkeita käyttöasteita, mikäli valmistettavat eräkoot ovat pieniä. Myös tilakustannussäästöt ovat monille asiakkaille tärkeä tekijä: usein tilankäytön suhteen asetetaan jopa vaatimuksia. Vähentyneistä uhrauksista ylivoimaisesti tärkeimpiä ovat tuotannon suorat henkilöstökustannukset. Myös varastokustannukset ovat laskeneet useissa tapauksissa.

On tärkeää huomata, että hyötyjen toteutuminen ei ole etenkin monimutkaisten asiakasräättälöityjen järjestelmien tapauksessa yksiselitteistä. FM-järjestelmien toteutuva asiakasarvo on vahvasti riippuvainen tuotantotarpeesta, kokoonpanosta ja käyttötavoista. FM-järjestelmää tulisi käyttää tuotantotarpeeseen, jollaiseen se on mahdollisimman sopiva. (kts. alaluvut *Tuotantostrategiat* ja *Asiakasprofiilit*) FM-järjestelmät soveltuvat parhaiten tilanteeseen, jossa tuotetaan kohtalaisen suurta määrää erilaisia kappaleita siten, että samat kappaleet toistuvat riittävän usein. Voidaan siis todeta, että asiakasarvon maksimoinnin kannalta on ensiarvoisen tärkeää, että asiakkaalle toimitetaan juuri hänen tuotantotarpeeseensa sopiva järjestelmä, ja mahdollisuuksien mukaan konsultoidaan asiakasta siten, että tämä kykenee käyttämään järjestelmäänsä tehokkaasti.

Tärkeimmiksi tunnistetut hyödyt toistuivat useimmissa haastatteluissa ja kyselyssä. Empiirisen tutkimuksen kokonaisotanta oli suhteellisen suuri (N=40), joten tulosten luotettavuuden voidaan olettaa olevan hyvällä tasolla. Kolmas tavoite siis täyttyi.

### **Diplomityön päätavoite kuului seuraavasti:**

Laatia laskennallinen arvomalli, joka sisältää tärkeimmät hyödyt ja auttaa niiden kommunikoinnissa asiakkaalle.

FM-järjestelmille rakennettiin arvomalli luvussa *Asiakasarvo* esitellyn viitekehyksen pohjalta. Arvomalliin sisällytettiin empiirisessä tutkimuksessa merkittävimmiksi havaitut FM-järjestelmien hyödyt ja kustannukset. Arvomallin tueksi kehitettiin laskentatyökalu, jonka avulla asiakasarvon suuruus voidaan määrittää tapauskohtaisesti. Laskentatyökalun avulla voidaan analysoida myös asiakasarvon komponenttien suuruuksia. Laskentatyökalun rakennusprosessin aikana kehitettiin laskentatapoja järjestelmien hyöty-

jen mallinnukseen. Rakennettu työkalu on suunnattu myynnin käyttöön, ja sen avulla voidaan havainnollistaa asiakkaalle kuinka automatisointi vaikuttaa tuottavuuteen ja kannattavuuteen. Laskentatyökalua ei ole vielä päästy käyttämään todellisissa tilanteissa, joten aika näyttää, kuinka käyttökelpoinen ja tarkka laskentatyökalu lopulta on. Havaintojen perusteella työkalua voidaan kehittää diplomityöprosessin päätyttyä.

Laskentatyökalun ohella diplomityössä hankittua tietämystä voidaan käyttää tukena myös markkinointimateriaalien kehityksessä ja markkinoinnin suuntaamisessa. Laskentatyökalun lisäksi kommunikointia helpottamaan rakennettiin arvolupausmalli, ja määritettiin, mitkä hyödyt ovat tärkeitä kullekin FM-järjestelmien asiakastyypille. Arvolupauksen avulla hyötyjen käyttöä markkinoinnissa voidaan kohdentaa. Diplomityön neljäs tavoite siis saavutettiin.

## 8.2. Muut havainnot ja suositukset

Tutkimuksen aikana havaittiin, että FM-järjestelmien käyttötavoissa on eroja. Kaikki FM-järjestelmien hyödyt eivät ole yhtä tärkeitä jokaiselle asiakkaalle, vaan tärkeys riippuu merkittävästi yrityksen tuotantotarpeesta ja tuotantotavoista. Ennen tutkimuksen aloittamista tällaisten erojen olemassaoloa ei osattu ottaa huomioon, joten määrittystä ei mainittu tutkimuksen tavoitteissa. Tutkimuksen aikana havaittiin, että käyttötapaerojen vaikutus asiakasarvon muodostumiseen on verraten suuri, joten niitä päätettiin tarkastella tarkemmin. Havaittiin, että järjestelmien käyttöön vaikuttavat eniten niillä tuotettavien valmistusteknisesti toisistaan eroavien nimikkeiden määrä sekä tuotantotyyppi. Tuotantotyyppinä tunnistettiin kaksi: erätuotanto ja JIT-tuotanto (Just in Time, juuri oikeaan tarpeeseen). Näiden muuttujien perusteella järjestelmien käyttötavat voidaan jakaa seuraaviin luokkiin:

- Joustavan tuotannon FMS
- Volyymi-FMS
- JIT-FMS

Joustavan tuotannon FMS:ssä tuotetaan suurta määrää erilaisia nimikkeitä, kun taas volyyymi-FMS:ssä nimikemäärä on pieni. JIT-FMS:ssä nimikemäärät voivat vaihdella järjestelmittäin huomattavasti. Järjestelmätyypille tunnusomainen piirre ovat pienet eräkoot. Vastaavia käyttäjäprofiileja oli tunnistettu myös aiemmassa tutkimuksessa (kts. Lee 1996). Tässä diplomityössä havaittiin, että tuotannon luonteen lisäksi myös yrityksen toimittajatyypin ja tärkeimmiksi koettujen hyötyjen välillä on joidenkin hyötyjen osalta yhteys. Tutkimuksen perusteella suositellaan, että eri käyttötapojen vaikutus FM-järjestelmien hyötyihin huomioidaan myyntitilanteessa siten, että asiakkaan tuotantotavoitteet pyritään tunnistamaan, jolloin tälle voidaan painottaa oikeita hyötyjä.

Tässä tutkimuksessa vahvistui myös, että investointilaskelmissa voi todella olla vaikeaa määrittää vaikeasti mitattaville tekijöille suoraa rahallista arvoa. Havaittiin, että tarkan arvon määrittämiselle ei ole aina tarvetta, sillä tekijöiden arvo voidaan huomioida myös epäsuorasti. Suositellaankin, että vaikeasti mitattavia hyötyjä tulisi analysoida arvokartoituksen (*value mapping*, kts. alaluku *Asiakasarvon kommunikointi ja liite 4*) avulla ja pyrkiä löytämään joko niiden juurisyy tai seuraus. Mikäli juurisyy tai seuraus on mitattavissa, mallinnetaan investointilaskelmissa itse syyn sijaan tätä. Vaikeasti mitattavat edut, joille ei arvokartoituksen perusteella ole löydettävissä mittaria on investointilaskelmissa käsiteltävä karkeina arvioina, kuten aiemmassa tutkimuksessa on suositeltu. Toinen suositeltava tapa on ottaa ne huomioon esimerkiksi strategisina tekijöinä, kuten myös on useissa tieteellisissä julkaisuissa ehdotettu. (kts. esim. Kaplan 1986, Fine & Freund 1990, Lefley 2004)

Tutkimuksessa havaittiin, että FM-järjestelmäinvestointien perusteleminen investointilaskelmin ei ole niin haastavaa, kuin sen on kirjallisuudessa usein väitetty olevan. Järjestelmien tärkeimmät hyödyt ovat mitattavia, ja useissa tapauksissa investoinnit ovat perusteltavissa jo näiden syiden avulla – mikäli tuottoastetavoitteet ovat realistiset. On kuitenkin huomattava, että esimerkiksi tuotantojärjestelmäinvestoinnille asetettavat kahden vuoden takaisinmaksuaikatavoitteet ovat hyvin haastavia saavuttaa. Automaatiojärjestelmämyynnissä suositellaankin tarkasteltavan pelkän takaisinmaksuajan sijaan myös suhteellista takaisinmaksuaika – siis aikaa, jossa automatisointi maksaa itsensä takaisin. Tässä työssä kehitetty laskentatyökalu määrittää myös suhteellisen takaisinmaksuajan.

Yksittäisenä havaintona mainittakoon myös asiakashaastatteluissa ilmi tullut tunnusluku, jota ei työn kirjallisuuskatsauksen perusteella havaittu olleen aiemmin käytössä. *Henkilöstön tehokkuuden* avulla kuvataan sitä, kuinka monta konetuntia yhden henkilötöytunnin avulla saavutetaan. Henkilöstökustannussäästöt ovat relevantti tunnusluku vain, jos verrataan kahta kapasiteetiltaan vastaavaa laitteistoa. Henkilöstön tehokkuus ei ota kantaa absoluuttisiin kustannuksiin, ja näin ollen sen avulla voidaan vertailla myös kapasiteetiltaan poikkeavia järjestelmiä. Tunnuslukua voidaankin suositella käytettäväksi laajemmin niin markkinoinnissa kuin järjestelmien tehokkuuden mittarina.

### 8.3. Tutkimuksen arviointi ja rajoitteet

Tutkimus ei pyrkinyt luomaan uutta teorianäkemystä, vaan se oli luonteeltaan teoriaa soveltava ja testaava. Kirjallisuuden perusteella tunnistettiin FM-järjestelmien hyötyjä, ja empiirisessä osuudessa tutkittiin, kuinka tärkeitä nämä hyödyt ovat asiakkaille nykypäivänä. Lisäksi tarkasteltiin kuinka hyödyt ovat toteutuneet. Tältä osin haastattelujen ja kyselyn tulokset (N=40) tukevat esitettyjä päätelmiä. Tutkimus saavutti alkuperäiset tavoitteensa, ja lisäksi saatiin myös uutta tutkimustietoa FM-järjestelmien käyttötavoista. Tällä otannalla havaittuja käyttötapoja ei vielä voida yleistää koko FM-järjestelmien

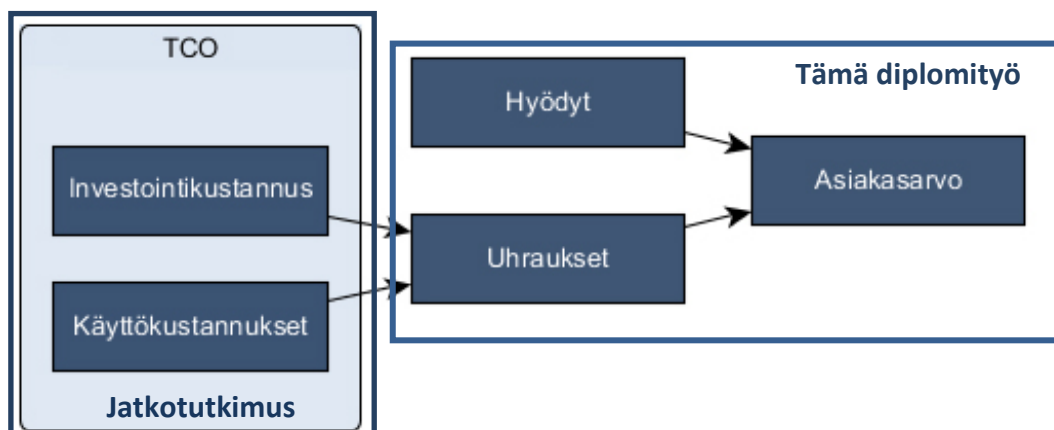
käyttäjäkuntaan, sillä otos oli sekä kooltaan että yritystyypeiltään rajattu. Käyttötavat on tunnustettu haastattelututkimuksen (N=16) perusteella kyselytutkimuksen (N=24) tuke-  
ssa tuloksia lähinnä numeerisen informaation valossa.

Tutkimus rajoittui vertailemaan FM-järjestelmiä kilpaileviin teknologioihin – pääasiassa integroimattomiin työstökoneisiin. Näin ollen kehitetty arvomalli soveltuu tilanteisiin, joissa vertailtavana on integroimattomista koneista koostuva valmistusjärjestelmä. Mikäli kohdeyrityksen ratkaisuja halutaan vertailla myös vastaaviin FMS-teknologioihin, on lisätutkimus tarpeen. Arvomalli ja käyttäjäprofiilit soveltuvat parhaiten perinteisten FMS-ratkaisujen arviointiin. On kuitenkin mahdollista, että niitä voidaan soveltaa myös laajempia automaatiojärjestelmiä – esimerkiksi automatisoituja kokoonpanojärjestelmiä – arvioitaessa. Tämä vaatisi kuitenkin lisätarkastelua, sillä tämän tutkimuksen haastatte-  
luissa ei juurikaan käsitelty tällaisia järjestelmiä.

Tutkimuksen aikana haastateltavilta saatiin palautetta myös haastattelu- ja tutkimusme-  
netelmistä. Todettiin muun muassa, että asiakasarvoa tutkittaessa tulisi kysyä suoraan mistä arvo koostuu ennalta määrättyjen tekijöiden toteutumien selvittämisen sijaan. Täl-  
löin tutkimus ei välttämättä kohdistuisi suoraan FM-järjestelmien hyötyihin, vaan ta-  
voitteena olisi selvittää laajemmin, mitä asiakkaat tuotantojärjestelmältään odottavat ja  
millaisia muutoksia vaatimuksiin on mahdollisesti näköpiirissä. On siis tunnistettava,  
että suorilla kyselyillä asiakasarvosta olisi voitu saada erilaisia tuloksia.

#### 8.4. Kohti elinkaarikustannusmallia

Tutkimuksen aikana havaittiin useampia jatkotutkimustarpeita, joista tärkeimpänä ote-  
taan esille elinkaarikustannusmallin rakentaminen. Diplomityön yhteydessä luotu las-  
kentatyökalu on laajennettavissa elinkaarikustannuslaskelmaksi. Edellytyksenä on kui-  
tenkin se, että FM-järjestelmien käyttökustannuksista saadaan tarkempaa tietoa. Seuraa-  
vassa kuvassa on esitetty elinkaarikustannusmallin ja tämän tutkimuksen yhteys.



**Kuva 8.1:** Jatkotutkimus ja elinkaarikustannukset, viitekehys mukaillen Piscopo et al. (2008)

Tässä tutkimuksessa otettiin kantaa järjestelmän hyötyihin, ja sivuttiin samalla omistamisen kokonaiskustannusten (TCO) käsitettä. Työssä ei kuitenkaan tarkemmin määritetty kustannuksia, vaan tyydyttiin käsittelemään vain tärkeimpiä kustannuksia. Elinkaari-kustannuslaskelma vaatii huomattavasti tarkempaa kustannustietoa, jota voidaan kerätä esimerkiksi Anderson et al.:n (2006) esittelemän kenttätutkimuksen avulla. Kenttätutkimuksen toteutusta varten yhteistyökumppaneiksi vaadittaisiin vähintään kaksi asiakasta, joiden kanssa yhteistyössä määritettäisiin kaikki FM-järjestelmän elinkaarenaikaiset relevantit kustannukset ja tuotot. Tästä hyötyisivät sekä asiakas että toimittaja. Toimittaja oppii tuntemaan tarjoamansa arvon ja asiakas saa tarkempaa tietoutta valmistusprosessistaan ja kustannusrakenteestaan. Tällaisessa tutkimuksessa voitaisiin harkita myös niin sanottua avoimien kirjojen -toimintatapaa, jossa toimittaja ja asiakas avaavat tarvittavin osin kustannusrakenteensa toisilleen.

Diplomityössä havaittiin, että FM-järjestelmiä käytetään monin eri tavoin. Ei kuitenkaan selvinnyt, voidaanko tiettyihin tilanteisiin suositella tietynlaista toimintatapaa. Jääkin jatkotutkimuksessa selvitettäväksi, onko järjestelmien käytölle olemassa parhaita toimintatapoja (*best practices*). Mikäli tällaisia toimintatapoja on tunnistettavissa, niistä voitaisiin rakentaa esimerkiksi referenssitapauksiin perustuvia kuvauksia, joissa käytäisiin läpi todellisen järjestelmän käyttötapoja ja sitä, millaisia hyötyjä näillä käyttötavoilla saavutetaan. Voidaan siis todeta, että vaikka tämä diplomityö selkeyttää kuvaa FM-järjestelmien asiakasarvon muodostumisesta, on se kuitenkin vain asiakasarvotutkimuksen ensimmäinen askel.

## LÄHTEET

- Adamson, B., Dixon, M. & Toman, N. 2012. The end of solution sales. *Harvard Business Review*, vol. 90, no. 6, ss. 61—68.
- Aggarwal, R., Edward, J. & Mellen, L. E. 1993. Justifying investments in flexible manufacturing technology: adding strategic analysis to capital budgeting under uncertainty. *Managerial Finance*, vol. 17, no. 2, ss. 77—88.
- Anderson, J. C., Narus, J. A. & Narayandas, D. 2009. *Business market management: understanding, creating, and delivering value*. 3. painos, Prentice Hall, New Jersey, 470 s.
- Anderson, J. C. & Narus, J. A. 1998. Business marketing: understand what customers value. *Harvard Business Review*, vol. 76, November-December, ss. 5—15.
- Anderson, J. C., Narus, J. A. & van Rossum, W. 2006. Customer Value proposition in business markets. *Harvard Business Review*, vol. 84, no. 3, ss. 91—99.
- Anderson, J.C., Jain, D.C. & Chintagunta, P.K. 1993, Customer value assessment in business markets. *Journal of Business-to-Business Marketing*, vol. 1, no. 1, ss. 3—29.
- Attaran, M. 1997. CIM: getting set for implementation. *Industrial Management & Data Systems*, vol. 97, no. 1, ss. 3—9.
- Beach, R., Muhleman, A. P., Price, D. H. R., Paterson, A. & Sharp, J.A. 2000. A review of manufacturing flexibility. *European Journal of Operational Research*. Vol. 122, no. 1. ss. 41—57
- Bonoma, T. V. 1982. Who really does the buying? *Harvard Business Review*, vol. 62, no. 3, ss. 1—11.
- Browne, J., Dubois, D., Rathmill, K., Sethi, S. P. & Steckle, K. E. 1984. Classification of Flexible Manufacturing Systems. *The FMS Magazine*, vol. 2, no. 2, ss. 114—117.
- Burcher, P. G. & Lee, G. L. 2000. Competitiveness strategies and AMT investment decisions. *Integrated Manufacturing Systems*, vol. 11, no. 5, ss. 340—347.
- Busacca, B., Costabile, M. & Ancarani, F. 2008. Customer value metrics. *Julkaistu koelmateoksessa Woodside, A. G., Golfetto, F. & Gibbert, M. 2008, Creating and Managing Superior customer value. Advanced Business Marketing and Purchasing*, vol. 14. Emerald Group Publishing Limited, ss. 149—204.
- Chan, F. T. S., Chan, M. R., Lau, H. & Ip, R. W. L. 2001. Investment appraisal techniques for advanced manufacturing technology (AMT): a literature review. *Integrated Manufacturing Systems*, vol. 12, no. 1, ss. 35—47.
- Chen, H-Y. & Ward, C. 2000. Evaluating investment projects: the hurdle rate. *Journal of Corporate Real Estate*, vol. 2, no. 4, ss. 295—303.
- Chen, I. J., Chung, C-S. & Gupta, A. 1994. The integration of JIT and FMS: issues and decisions. *Integrated manufacturing systems*, vol. 5, no. 1, ss. 4—13.
- D'Amboise, G. & Muldowney, M. 1988. Management theory for small business: attempts and requirements. *The Academy of Management Review*, vol. 13, no. 2, ss. 226—240.
- De Toni, A. & Tonchia, S. 1998. Manufacturing flexibility: a literature review. *International Journal of Production Research*, vol. 36, no. 6, ss. 1587—1617.
- Drury, C. & Tayles, M. 1997. The misapplication of capital investment appraisal techniques. *Management Decision*, vol. 35, no. 2, ss. 86—93.



- Durán, O. & Aguilo, J. 2008. Computer aided machine-tool selection based on a Fuzzy-AHP approach. *Expert Systems with Applications*, vol. 34, no. 3, ss. 1787—1794.
- Ellram, L. M. 1993. A framework for total cost of ownership. *The International Journal of Logistics Management*, vol. 4, no. 2, ss. 49—60.
- Ellram, L. M. 1995. Total cost of ownership: an analysis approach for purchasing. *Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. 25, no. 8, ss. 4—23.
- Fastems 2012. Tuotteet. Saatavilla: [<http://www.fastems.com/fi/tuotteet/>]. Fastems Oy Ab. Viitattu 22.5.2012.
- Fine, C. H. & Freund, R. M. 1990. Optimal investment in product-flexible manufacturing capacity. *Management Science*, vol. 36, no. 4, ss. 449—466.
- Flint, D. J., Woodruff, R. B. & Gardial, S. F. 1997. Customer value change in industrial marketing relationships. *Industrial Marketing Management*, vol. 26, no. 2, ss. 163—175.
- Flint, D. J. & Woodruff, R. B. 2001. The initiators of changes in customers' desired value. *Industrial Marketing Management*, vol. 30, no. 4, ss. 321—337.
- Gil-Saura, I., Frasquet-Deltoro, M. & Cervera-Taulet, A. 2009. The value of B2B-relationships. *Industrial Management & data Systems*, vol. 109, no. 5, ss. 593—609.
- Graf, A. & Maas, P. 2008. Customer value from customer perspective: a comprehensive review. *Journal für Betriebswirtschaft*, vol. 58, no. 1, ss. 1—20.
- Grönroos, C. 2007. Service management and marketing: Customer management in service competition. 3. painos, John Wiley & Sons Ltd., Chichester, 483 s.
- Gupta, S. M., Al-Turki, Y. A. Y. & Perry, R. F. 1999. Flexible kanban system. *Journal of Operations & Production Management*, vol. 19, no. 10, ss. 1065—1093.
- Gutschelhofer, A. & Roberts, H. 1997. Anglo-Saxon and German lifecycle costing. *The International Journal of Accounting*, vol. 32, no. 1, ss. 23—44.
- Hallila, H. 2007. FM-järjestelmäinvestoinnin kannattavuuslaskentamalli myynnin tueksi. Diplomityö. Lappeenranta teknillinen yliopisto, Helsinki, 94 s.
- Hill, T. & Chambers, S. 1993. Flexibility – a manufacturing conundrum. *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 11, no. 2, ss. 5—13.
- Hoffman, C. & Orr, S. 2005. Advanced manufacturing technology adaption – German experience. *Technovation*, vol. 23, no. 7, ss. 711—724.
- Horngren, C. T., Bhimani, A., Srikant, M. D. & Foster, G. 2005. Management and cost accounting. 3. Painos. Pearson Education Limited, Harlow, 974 s.
- Hutt, M. D. & Speh, T. W., 2007. Business marketing management: B2B. 9. painos. Thomson South Western, Mason, 658 s.
- Jacobs, M. T. & Shivdasani, A. 2012. Do you know your cost of capital? *Harvard Business Review*, vol. 90, no. 7—8, ss. 118—124.
- Kaighobadi, M. & Venkatesh, K. 1994. Flexible manufacturing systems: an overview. *International Journal of Production Management*, vol. 14, no. 4, ss. 26—49.
- Kaplan, R. S. & Atkinson, A. A., 1998. Advanced management accounting. 3. painos. Prentice Hall, New Jersey, 798 s.
- Kaplan, R. S. 1986. Must CIM be justified by faith alone? *Harvard Business Review*, vol. 64, no. 2, ss. 87—95.
- Kara, A. & Kayis, B. 2004. Manufacturing flexibility and variability: an overview. *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 15, no. 6, ss. 466—478.

- Karsak, E. E. & Tolga, E. 2001. Fuzzy multi-criteria decision-making procedure for evaluating advanced manufacturing system investments. *International Journal of Production Economics*, vol. 69, no. 1, ss. 49—64.
- Khalifa, A. S. 2004. Customer value: a review of recent literature and an integrative configuration. *Management Decision*, vol. 42, no. 5, ss. 645—666.
- Kotler, P. & Keller, K. L. 2012. *Marketing management*. 14. Painos. Pearson Education Limited, Harlow, 677 s.
- Kristianto, Y., Ajmal, M., Tenkorang, R. A. & Hussain, M. 2012. A study of technology adoption in manufacturing firms. *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 23, no. 2, ss. 198—211.
- Kuisma, V.M. 2007. *Joustavan konepaja-automaation käyttöönnoton onnistumisen edellytykset*. VTT Publications, Edita Prima Oy, Helsinki, 228 s.
- Lakso, T. 1988. The influence of FMS-technology on the efficiency of NC-controlled machine tools. TTKK, Tampere, 105 s.
- Lakso, T., Halkola, T. & Vartiainen, O. 1991. FM-järjestelmien tehokas käyttö – vaikutukset kilpailukykyyn. *Tekninen tiedotus*, 14/1991, Suomen Metalli-, Kone- ja Sähköteknisen Teollisuuden Keskusliitto, MET, Helsinki, 96 s.
- Lamar, B. W. & Lee, A. 1999. A strategic investment model for phased implementation of flexible manufacturing systems. *International Transactions in Operational Research*, vol. 6, no. 3, ss. 331—344.
- Lapierre, J. 2000. Customer-perceived value in industrial contexts. *Journal of Business & Industrial Marketing*, vol. 15, no. 2, ss. 122—145.
- Lee, B. 1996. The justification and monitoring of advanced manufacturing technology: an empirical study of 21 installations of flexible manufacturing systems. *Management Accounting Research*, vol. 7, no. 1, ss. 95—118.
- Lefley, F. 2004. An assessment of various approaches for evaluating project strategic benefits: recommending the strategic index. *Management decision*, vol. 42, no. 7, ss. 850—862.
- Liebherr 2012. *Automation Systems*. Saatavilla: [[http://www.liebherr.com/as/en-GB/default\\_as.wfw](http://www.liebherr.com/as/en-GB/default_as.wfw)]. Viitattu 25.7.2012.
- Mazak 2012. *Factory Automation & FMS*. Saatavilla: [<http://www.mazak.eu/jkcm/default.aspx?pg=84>]. Viitattu 10.10.2012.
- Mechling, G. W., Pearce J. W. & Busbin, J. W. 1995. Exploiting AMT in small manufacturing firms for global competitiveness. *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 15, no. 2, ss. 61—76.
- Mehrabi, M. G., Ulsoy, A. G., Koren, Y. & Heytler, P. 2002. Trends and perspectives in flexible and reconfigurable manufacturing systems. *Journal of Intelligent Manufacturing*, vol. 13, no. 2, ss. 135—146.
- Mieskonen, J. 1988. *Joustava konepaja-automaatio investointina*. SITRA, Helsinki, 81 s.
- Möller, K. 2006. Role of competences in creating customer value: a value-creation logic approach. *Industrial Marketing Management*, vol. 35, nol. 8, ss. 913—924.
- Nantell, T. J. & Carlson, C. 1975. The Cost of Capital as Weighted Average. *The Journal of Finance*, vol. 30, no. 5, ss. 1343—1355.
- Neilimo, K. & Uusi-Rauva, E. 2007. *Johdon laskentatoimi*. 6.–8. painos. Edita Prima Oy, Helsinki, 366 s.
- Ogden, H. 1993. Economic methods of justifying manufacturing projects. *Assembly Automation*, vol. 1, no. 3, ss. 136—138.

- Ordoobadi, S. M. & Mulvaney, N. J. 2001. Development of a justification tool for advanced manufacturing technologies: system-wide benefits value analysis. *Journal of Engineering and Technology Management*, vol. 18, no. 2, ss. 157—184.
- Panasuraman, A. 1997. Reflections on gaining competitive advantage through customer value. *Journal of the Academy of Marketing Science*, vol. 25, no. 2, ss. 154—161.
- Pike, R. 1993. Calculating a project's hurdle rate. *Managerial Finance*, vol. 6, no. 2, ss. 75—88.
- Pike, R. & Neale, B. 1999. *Corporate finance and investment*. 3. Painos. Pearson Education Limited, Harlow, 765 s.
- Piscopo, G. H., Johnston, W. & Bellenger, D. N. 2008. Total cost of ownership and customer value. *Julkaistu kokoelmateoksessa Woodside, A. G., Golfetto, F. & Gilbert, M. 2008, Creating and Managing Superior customer value. Advanced Business Marketing and Purchasing*, vol. 14. Emerald Group Publishing Limited, ss. 205—220.
- Porter, M. E. 1996. What is strategy? *Harvard Business Review* vol. 74, no. 6, ss. 61—78.
- Primrose, P. L. 1993. The economics of JIT. *IOM Control Magazine*, vol. 19, no 3, ss. 29—32.
- Primrose, P. L. 1996. Do companies need to measure their production flexibility? *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 16, no. 6, ss. 4—11.
- Pyoun, Y.S. & Choi, B. K. 1994. Qualifying the flexibility value in automated manufacturing systems. *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 13, no. 2, ss. 108—118.
- Raafat, F. 2002. A comprehensive bibliography on justification of advanced manufacturing systems. *International Journal of Production Economics*, vol. 79, no. 3, ss. 197—208.
- Rahikka, E., Ulkuniemi, P. & Pekkarinen, S. 2011. Developing the value perception of the business customer through service modularity. *Journal of Business & Industrial Marketing*, vol. 26, no. 5, ss. 357—367.
- Rosendahl, N. 2009. Defining, quantifying and communicating customer value – a multi case study from B2B markets. *Diplomityö, Teknillinen korkeakoulu, Helsinki*, 123 s.
- Sánchez, A. M. 1996. Adopting advanced manufacturing technologies: experience from Spain. *Journal of Manufacturing systems*, vol. 15, no. 2, ss. 133—140.
- Sánchez, A. M. & Pérez, M. P. 2001. Lean indicators and manufacturing strategies. *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 21, no. 11, ss. 1433—1452.
- Saunders, M., Lewis, P. & Thornhill, A. 2009. *Research methods for business students*. 5. painos. Pearson Education Limited, Harlow, 614 s.
- Schuler 2012. Automation technology. Saatavilla:  
[[http://www.schulergroup.com/technologien/automation\\_technology/index.htm](http://www.schulergroup.com/technologien/automation_technology/index.htm)]  
Viitattu 25.7.2012.
- Selladurai, V., Aravindan, P., Ponnanbalam, S. G. & Gunasekaran, A. 1995. Dynamic simulation of job shop scheduling for optimal performance. *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 15, no. 7, ss. 106—120.
- Sethi, A. & Sethi, S. 1990. Flexibility in manufacturing: A survey. *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*. Vol. 2, no. 4, ss. 289—328.

- Singh, R. H., Suresh, K. G., Deshmukh, S. G. & Kumar, M. 2007. Modeling of critical success factors for implementation of AMT's. *Journal of Modeling in Management*, vol. 2, no. 3, ss. 232—250.
- Slagmulder, R. & Bruggeman, W. 1993. Justification of strategic investments in flexible manufacturing technology. *Integrated Manufacturing Systems*, vol. 3, no. 3, ss. 4—14.
- Small, M. H. 2007. Planning, justifying and installing advanced manufacturing technology: a managerial framework. *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 18, no. 5, ss. 513—537.
- Small, M. H. & Chen, I. J. 1995. Investment justification of advanced manufacturing technology: an empirical analysis, vol. 12, no. 1—2, ss. 27—55.
- Stam, A. & Kuula, M. 1991. Selecting a flexible manufacturing system using multiple criteria analysis. *International Journal of Production Research*, vol. 29, no. 4, ss. 803—820.
- Suomala, P., Manninen, O. & Lyly-Yrjänäinen, J. 2011. *Laskentatoimi johtamisen tukena*. Edita Prima Oy, Helsinki, 336 s.
- Swann, K. & O'Keefe, W. D. 1993a. Advanced manufacturing technology: investment decision process part I. *Management Decision*, vol. 28, no. 1, ss. 20—31.
- Swann, K. & O'Keefe, W. D. 1993b. Advanced manufacturing technology: investment decision process part II. *Management Decision*, vol. 28, no. 3, ss. 27—34.
- The Free Dictionary 2012. Flexibility. Farlex Inc. Saatavilla: [<http://www.thefreedictionary.com/flexibility>]. Viitattu 2.6.2012.
- Tilastokeskus 2012. Tuotannon jalostusarvo. Saatavilla: [<http://www.stat.fi/meta/kas/jaleu.html>]. Viitattu 29.9.2012.
- Ulag, W. 2001. Customer value in business markets: an agenda for inquiry. *Industrial Marketing Management*, vol. 30, no. 4, ss. 315—319.
- Ulag, W. & Eggert, A. 2006. Relationship value and relationship quality: broadening the nomological network of business-to-business relationships. *European Journal of Marketing*, vol. 40, no. 3, ss. 311—327.
- Ullah, H. 2011. Petri net versus queuing theory for evaluation of FMS. *Assembly Automation*, vol. 31, no. 1, ss. 29—37.
- Upton, D. M. 1994. The management of manufacturing flexibility. *California Management Review*, vol. 36, no. 2, ss. 72—89.
- Van der Haar, J. W., Kemp, R. G. M. & Omta, O. 2001. Creating value that cannot be copied. *Industrial Marketing Management*, vol. 30, no. 8, ss. 627—636.
- Walden, D. 1993. Kano's Methods for Understanding customer-defined quality. *Center Quality of Management Journal*, vol. 2, no. 4, ss. 3—36.
- Walters, D. 1975. Applying the Monte Carlo simulation. *International Journal of Retail & Distribution Management*, vol. 3, no. 50—54.
- Westkämper, E. & Osten-Sacken D. v. d. 1998. Product life cycle costing applied to manufacturing systems. *CIRP Annals – Manufacturing Technology*, vol. 47, no. 1, ss. 353—356.
- White, G. P. 1996. A survey and taxonomy of strategy-related performance measures for manufacturing. *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 16, no. 3, ss. 42—61.
- Wiarda, E. 1987. *Frostbelt Automation: the ITI status report on Great Lakes manufacturing*, vol. 1. Industrial Technology Institute, Ann Arbor.
- Wilson, D. T. & Jantrania, S. 1994. Understanding the value of a relationship. *Asia-Australia Marketing Journal*, vol. 2, no. 1, ss. 55—66.

- Woodruff, R. B. 1997. Customer Value: The next source for competitive advantage. *Journal the Academy of Marketing Science*, vol. 25, no. 2, ss. 139—153.
- Woodward, D. G. 1997. Life cycle costing – theory, information acquisition and application. *Journal of Project Management*, vol. 15, no. 6, ss. 335—344.
- Yazici, H. J. 2005. Influence of flexibilities on manufacturing cells for faster delivery using simulation. *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 16 no. 8, ss. 825—841.
- Zhang, Q., Vonderembse, M. A. & Cao, M. 2006. Achieving flexible manufacturing competence: the roles of advanced manufacturing technology and operations improvement practices. *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 26, no. 6, ss. 580—599.

## LIITTEET

### Liite 1: Esimerkki arvolupauksesta (mukaillen Anderson et al. 2009)

Hypoteettisessa tilanteessa hissimarkkinoilla arvostetaan pientä energiankulutusta, nopeutta ja luotettavuutta. Yritys tietää hissinsä olevan markkinoiden energiatehokkain ja nopein ratkaisu. Huolimatta siitä, että hissien nopeus on kilpailijoita suurempi ja hissien on todettu olevan vikaantumistiheydeltään (käyttötunnit) muiden ratkaisujen tasolla. Seuraavassa on kuvattu näitä ominaisuuksia:

1. Energiatehokkuus	2. Nopeus	3. Luotettavuus
<ul style="list-style-type: none"> <li>Yrityksen tarjoaman hissien elinkaaren aikainen energiankulutusanalyysi ja hiilijalanjälki.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Laskelma siitä, kuinka paljon hissimäärässä ja hankintamenossa säästetään nopeuden ansiosta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Raportti yrityksen etäseurantana kerätyistä luotettavuustiedoista.</li> </ul>

- Energiankulutus ja nopeus ovat aiemmin esiteltyjen jaotteluiden mukaan suoria hyötyjä, sillä niillä saavutettavat säästöt ovat laskettavissa. Energiankulutus sisältää myös vaikeasti mitattavia elementtejä, ympäristöarvoja, jotka ovat imago-tekijä. Tämä osuus ei ole laskettavissa.
- Luotettavuudesta aiheutuu epäsuoria hyötyjä: se vähentää uhrauksia huoltokustannuksiin ja toisaalta varmistaa, että riittävä määrä kapasiteettia on aina käytössä. Siispä epäluotettavuuteen ei ole tarvetta varautua ostamalla ylimääräistä kapasiteettia.
- Asiakas siis saavuttaa sekä tuotehyötyjä (vähäisempi hissitarve), että käyttöhyötyjä (vähäisempi energiankulutus, suurempi kapasiteetti hissiä kohden).

**Liite 2:** Esimerkki vertailevasta elinkaarikustannuslaskelmasta (pohjautuen Ellram 1993, s. 57)

<b>Pääomakustannukset</b>	<b>Vaihtoehto A</b>	<b>Vaihtoehto B</b>
Hankintakustannus Lisäoptiot Takuusopimukset yms. Asennus Rahti Muut Poistoaika (vuotta)		
<b>Ylösajokustannukset ja ylläpito (1. vuosi)</b> Suunnittelu Varaosat Takaisinostot Koulutuskustannukset Muut		
<b>Vuosittainen ylläpito (laskelman ajalta)</b> Varaosat Koulutuskustannukset		
<b>Työvoimakustannukset</b> Muuttuvat Kiinteät Suunnittelu ja huolto		
<b>Virhekustannukset</b> Virhekustannukset /vuosi		
<b>Epäsuorat materiaalit ja tilakustannukset</b> Materiaalit Tilat		
<b>Kustannusten nykyarvo</b>		
<b>(Arvioidut käyttötunnit)</b> <b>(Tuntikustannus)</b>		

**Liite 3: FM-järjestelmien hyötyjä**

<b>Hyödyt</b>	<b>Maininta</b>
Miehittämätön tuotanto, pienemmät työvoimakulut, vähäisempi välillisen työvoiman tarve, parempi laatutaso, helpommat muutokset tuotemixiin, lyhempi läpimenoaika ja parempi toimitusvarmuus, parempi ohjattavuus, tuotejoustavuus, volyymijoustavuus, lattiapinta-alan säästöt, energian säästöt	Mieskonen 1988
Tuotteiden tasalaatuisuus, parantunut laatu, lyhentyneet läpimenoajat, parantunut työturvallisuus, parempi asiakaspalvelu, kasvanut liikearvo, markkinaosuuden ja liikevaihdon kasvu. Säästöt työvoimakustannuksissa, materiaalisäästöt, pienentyneet varastotasot, tilasäästöt, pienemmät laatu- ja virhekustannukset (tarkastus, takuu, jne.)	Aggarwal 1993
Myyntin kasvu, lyhentyneet läpimenoajat, parempi yrityskuva, kyky tuottaa uusia tuotetyyppejä, parempi laatu; Alentuneet tuotantokustannukset: valmistuksen standardisointi, pienemmät laatu- ja virhekustannukset, vähemmän tuotantokatkoksia, pienemmät valvontakustannukset, Parantunut laatu: virhekustannukset, korjaukset, takuukustannukset, markkinaosuus; parantunut myynti: myyntikate, marginaalit, toimitusajat, varastotasot	Swann & O'Keefe 1993a, 1993b
Pienemmät eräkoot, tuotemixin koko, kasvanut liikevaihto, parantunut laatu, pienemmät valvontakustannukset, lyhempi tuotannon sekä tilauksen läpimenoaika, parempi varaston kiertonopeus, lyhemmät asetusajat	Small & Chen 1995
Kustannussäästöt, laatu- ja virheparannukset, tuotannon ohjattavuuden paraneminen, reagointi markkinamuutoksiin, joustavuus, pienentyneet varastot, pienemmät eräkoot	Attaran 1997
Lyhentyneet toimitus-, läpimeno- ja asetusajat, parantunut käyttöaste ja työstöteho, pienentynyt virheprosentti, parempi ohjattavuus, laskeneet työvoima- ja materiaalikulut sekä varaston koko ja tuotekehitysaika, kasvanut markkinaosuus ja asiakastytytyväisyys, parantunut työtyytyväisyys	Ordoobadi & Mulvaney 2001
Myynti, joustavuus, tuotantokustannukset, KET, työolosuhteet, tuotannon output, laatu, työtyytyväisyys, tuotekehitysaika, nopeampi sopeutuminen uusiin tuotteisiin, tuotannon ohjattavuus	Hoffman & Orr 2005, s. 717



**Liite 4:** Value mapping -tekniikan käyttö asetusaikojen eliminoinnin analysoinnissa.

Eräs usein mainituista FM-järjestelmien hyödyistä on *käyttöasteen (NC-ohjelma-aika tuotantotunneista) kasvaminen* (kts. esim. Lakso et al. 1991). Käyttöasteen kasvaminen on jälkikäteen helposti mitattavissa. Se voitaisiin periaatteessa luokitella suoraksi hyödyksi, sillä käyttöasteen noustessa tuottavat tuotantotunnit lisääntyvät. Toisaalta käyttöasteen nousu on seurausta esimerkiksi *asetusaikojen vähenemisestä*, joka myöskin mainitaan FM-järjestelmien hyödyksi. (kts. esim. Lakso et al. 1991, Hoffman & Orr 2005). Seuraavassa kuvassa on havainnollistettu tilannetta:



Käyttöasteen kasvaminen voidaan tarkastelutasosta riippuen luokitella esimerkiksi hyödyksi, seuraukseksi tai mittariksi. Käyttöastetta mittaamalla voidaan selvittää, kuinka paljon asetusajat ja muu *tuottamaton työ* ovat vähentyneet. Toisaalta sen avulla voidaan määrittää, kuinka paljon kapasiteetti kasvaa. Havaitaan, että luokittelu ei suinkaan ole yksinkertaista, sillä monet hyödyt liittyvät toisiinsa. Käyttöasteen kasvaminen ei tämän näkökulman mukaan ole hyöty tai edes seuraus, vaan ainoastaan mittari. Herää siis kysymys siitä, mitä tulisikaan lopulta mitata.

## **Liite 5: Sisäisten haastattelujen kysymysrunko**

### **Alustavat kysymykset:**

1. Avaisitko hieman, mitkä ovat vastualueesi Fastemsilla.
2. Tunnetko Hallilan laskentamallin?

### **Pohjatietoja:**

3. Millainen käsitys Fastemsilla on järjestelmäinvestointien kannattavuudesta asiakkaalle? Kuinka tarkka?
4. Onko Fastemsin FMS-järjestelmäasiakkaat jaoteltu segmentteihin? Onko segmenttien kannattavuudessa eroja? Entäpä kannattavuus markkina-alueittain?
5. Miten asiakaskontaktit useimmiten tapahtuvat? Ottaako asiakas yhteyttä, vai onko Fastems yhteydessä potentiaalsiin asiakkaisiin?
6. Millainen käsitys siitä, miten asiakkaat arvioivat investointeja? Entäpä jälkilaskenta? (entäpä onko segmenttien kesken eroja?)

### **Asiakasarvo:**

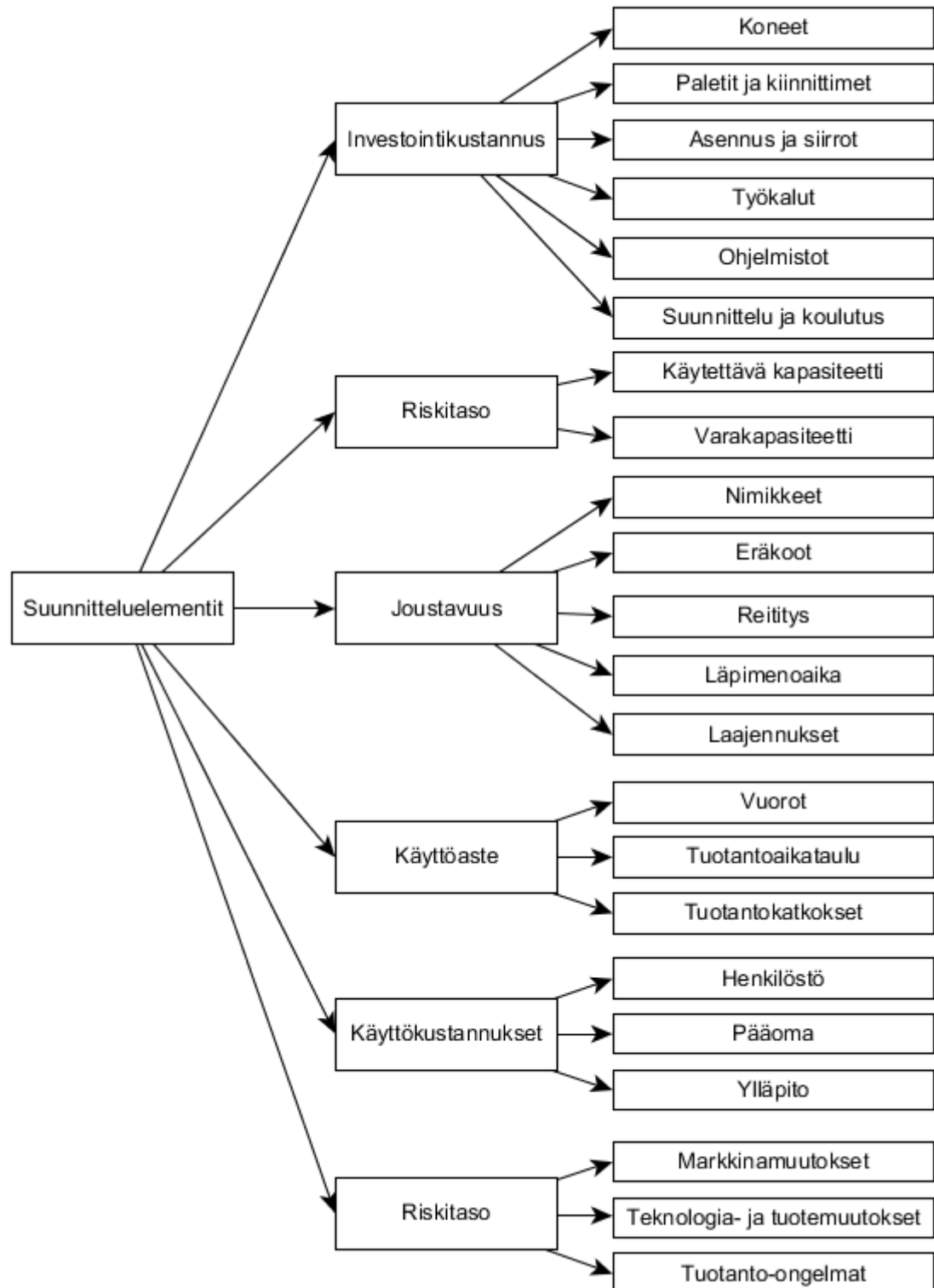
7. Mitkä ovat FM-järjestelmien houkuttelevimpia ominaisuuksia taloudellisten numeroiden valossa? Entäpä teknisesti?
8. Millaisia heikkouksia tiedostamme FM-järjestelmillä olevan? Mikä asiakkaita epäilyttää?
9. Mikä on myyntiprosessissa haastavinta? Millaiset ovat syyt siihen, että investointia ei toteutetakaan Fastemsin kanssa? (kilpailevat tuotteet, muut teknologiat, ei investoida)

### **Laskennasta:**

10. Mitä mieltä olet olemassa olevasta mallista: vahvuudet, puutteet, todenmukaisuus?
11. Kuinka paljon mallia on käytetty?
12. Entäpä yksinkertaisempi malli (Pihlajamaa, Nurminen)?
13. Millaisia ominaisuuksia toivoisit päivitettyyn laskentatyökaluun (mitä tunnuslukuja, monimutkaisuus, modulaarisuus?) Entäpä eri tuotteet? Projektit ja standardiratkaisut?
14. Tulisiko malli kohdentaa kenelle? Laskennan ammattilaiset, tuotantojohto, yritysjohto?
15. Olisiko tärkeämpää päivittää mallia, vai kerätä informaatiota esim. markkinointia ja hinnoittelua ajatellen?
16. Mitä mieltä olet elinkaarikannattavuusmallista?

### **Toivomuksia ja ehdotuksia:**

17. Miltä alueilta yritykset tulisi valita? Haastatellako vain MLS-asiakkaita? Entäpä onko spesifejä ehdotuksia yrityksistä? Suomesta tai ulkomailta.
18. Toiveita informaation keräyksen suhteen?

**Liite 6:** Viitekehys FM-järjestelmäinvestoinnin konfigurointiin (Stam & Kuula 1991)

**Liite 7:** Nimensä mainitsemiseen luvan antaneet haastatteluihin osallistuneet asiakkaat

ABB Oy Moottorit ja Generaattorit

Gebr. Heller Maschinenfabrik GmbH

H.-D. Schunk GmbH & Co.

Högfors Oy

Imatran Työstöasennus Oy

Index-Werke GmbH & Co. KG

Joseph Vögele AG

Oy Maprotec Ab

Poly-Clip System MB b. h. OHG

Ponsse Oyj

Robit Rocktools Ltd

SMW-Autoblok Spannsysteme GmbH

ST-koneistus Oy

Vexve Oy

Wärtsilä Finland Oy

## **Liite 8: Asiakashaastattelujen kysymykset**

### **Investointipäätös:**

1. Mitkä olivat tekijät, jotka saivat teidät harkitsemaan tuotantoautomaatiota ja investoimaan siihen?
2. Millaisilla menetelmillä arvioitte investointivaihtoehtoja?
3. Mikä oli investointinne rahoitustapa?
4. Miten olette seuranneet investointinne takaisinmaksuaikaa?

### **Tuotanto ja kilpailukyky:**

5. Minkä tyyppistä tuotantoa ja millaisia tuotantoeriä valmistatte FMS-järjestelmällänne?
6. Ovatko tuotantotavoitteenne käyttöasteen osalta täyttyneet?
7. Millaisella miehityksellä ja kuinka paljon ajatte rajoitetusti miehitettyä tuotantoa?
8. Miten FMS-järjestelmä on vaikuttanut asetusaikoihinne?
9. Millainen oli investoinnin vaikutus keskeneräiseen tuotantoon ja lopputuotevarastoon?
10. Millainen oli FMS-järjestelmän vaikutus läpimenoaikaan ja toimitusaikaan?
11. Miten FMS-järjestelmä on vaikuttanut tuotantokustannuksiinne?
12. Onko FMS:llä ollut vaikutusta tuotteiden laatuun ja laatukustannuksiin?
13. Millaisia vaikutuksia investoinnilla on ollut henkilöstökustannuksiinne?
14. Mikä on ollut FMS:n vaikutus tilantarpeeseen?
15. Miten järjestelmä on vaikuttanut yrityksenne ympäristöasioihin ja yrityskuvaan?

### **Järjestelmän vaatimat muutokset:**

16. Tehtiinkö järjestelmän käyttöönoton yhteydessä muutoksia palkkausjärjestelmään?
17. Aiheuttiko järjestelmän käyttöönotto muutosvastarintaa tai tyytymättömyyttä henkilöstön keskuudessa?
18. Miten olette järjestäneet prototyyppi- ja varaosavalmistuksen?
19. Muutitteko järjestelmän käyttöönoton yhteydessä ohjelmointikäytäntöjanne?
20. Oletteko tehneet järjestelmien vuoksi muutoksia kiinnitinteknologiaanne?

### **Muuta palautetta Fastemsille:**

21. Onko FMS:llä ollut negatiivisia vaikutuksia tai heikkouksia?
22. Oliko investointiprosessi ja tuotantojärjestelmän muutos haasteellinen?
23. Onko teillä muuta sanottavaa tai toivomuksia Fastemsille?

Voiko yrityksenne nimen mainita haastateltujen yritysten joukossa diplomityön loppuraportissa?

## **Liite 9: Kyselyn kysymysrunko (yksinkertaistettu)**

### **Taustatiedot:**

1. Mitkä seuraavista tekijöistä olivat teille tärkeitä FMS-investointia harkitessanne? (monivalinta)
2. Harkitsitteko FMS-järjestelmään investoidessanne muita vaihtoehtoja? (monivalinta)
3. Millaista lastuavan työstön tuotantolaitteistoa teillä oli käytössä ennen viimeisintä FMS-hankintaanne? (monivalinta)
4. Millä perusteella arvioitte investointivaihtoehtoja harkitessanne FMS-investointia?
5. Täyttikö FMS-järjestelmä edellisessä kysymyksessä mainitut arviointiperusteet?
6. Jos vastasitte edelliseen kysymykseen ei, haluatteko tarkentaa miksi vaatimukset eivät täyttyneet?
7. Mikä on FMS-järjestelmänne suunniteltu pitoaika (vuotta)?

### **Tuotantoluvut:**

8. Kuinka FMS-järjestelmä vastasi odotuksianne seuraavien seikkojen osalta? (matriisikysymys kohdan 1 valinnoista)
9. Kuinka paljon erilaisia nimikkeitä valmistatte FMS-järjestelmällänne vuosittain?
10. Kuinka suuria FMS-järjestelmällä valmistettavat eräkokonne ovat
11. Mikä on ollut FMS-järjestelmänne käytettävyyks? (monivalinta)
12. Mikä on ollut FMS-järjestelmänne kytkettyjen koneiden käyttöaste keskimäärin? (monivalinta)
13. Kuinka paljon viikiottaisia tuotantotunteja ajatte FMS-järjestelmällänne?
14. Paljonko edellä mainituista viikoittaisista tuotantotunneista on miehittämättömiä?

### **Kustannukset ja tuotot:**

15. Kuinka FMS-järjestelmä on vaikuttanut seuraaviin kustannuksiinne? (matriisi)
16. Kuinka paljon FMS-järjestelmänne vie lattiapinta-alaa koneineen ja hyllystöineen? (m<sup>2</sup>)
17. Eroaako FMS-järjestelmän tilantarve tilanteesta, jossa koneet olisivat erillään? Jos, niin paljonko?(monivalinta)
18. Kuinka FMS-järjestelmä on vaikuttanut tuotantonne läpimenoaikaan? (monivalinta)
19. Kuinka FMS-järjestelmä on vaikuttanut keskeneräisen tuotantonne määrään? (monivalinta)

### **Muu palaute:**

20. Jos investoisitte nyt vastaavaan tuotantotarpeeseen, olisiko FMS-järjestelmä kuinka todennäköinen valinta? (monivalinta)
21. Kuinka tyytyväinen olette olleet Fastemsin ratkaisuihin kokonaisuutena? (matriisi)
22. Haluatteko tarkentaa edellisen kysymyksen vastaustanne?
23. Onko teillä muuta avointa palautetta Fastemseille?
24. Haluatteko, että teihin ollaan yhteydessä avoimen palautteenne johdosta?

**Liite 10:** Laskentamallin laskentaperiaate (esimerkkiluvuin)

	<b>FMS</b>	<b>% liikev.</b>	<b>Muu</b>	<b>% liikev.</b>
<b>Myynti</b>	1 105 900 €	100,0 %	829 400 €	100,0 %
Henkilöstö	- 94 003 €	8,5 % -	188 006 €	22,7 %
Huolto ja korjaukset	- 15 000 €	1,4 % -	20 000 €	2,4 %
Varasto	- €	0,0 % -	7 500 €	0,9 %
Tila	- 31 200 €	2,8 % -	31 200 €	3,8 %
Materiaalit	- 331 770 €	30,0 % -	248 820 €	30,0 %
Muut	- 223 998 €	20,3 % -	167 994 €	20,3 %
<b>Voitto</b>	<b>409 929 €</b>	<b>37,1 %</b>	<b>165 880 €</b>	<b>20,0 %</b>
Rahoituskustannukset	- 74 862 €	6,8 %	46 160 €	5,6 %
<b>Voitto rahoituskust. jälkeen</b>	<b>335 066 €</b>	<b>30,3 %</b>	<b>119 720 €</b>	<b>14,4 %</b>
Verot	- 87 117 €	7,9 % -	31 127 €	3,8 %
<b>Voitto verojen jälkeen</b>	<b>247 949 €</b>	<b>22,4 %</b>	<b>88 593 €</b>	<b>10,7 %</b>
Oman pääoman kustannukset	- 71 643 €	6,5 % -	44 175 €	5,3 %
<b>EVA</b>	<b>176 306 €</b>	<b>15,9 %</b>	<b>44 417 €</b>	<b>5,4 %</b>

- Laskelmassa vertaillaan kahta vaihtoehtoa: automatisointia (FMS) ja integroimattomia koneita (Muu). Laskelman arvot ovat esimerkkejä eräästä tilanteesta.
- Myynti ja kustannukset on määritetty laskelman eri vaiheissa.
- Muut kustannukset on laskennallinen arvo, joka saadaan määritettyjen kustannusten ja myyntihinnan erotuksena. Muiden kustannusten suhteellisen osuuden arvellaan pysyvän samana eri ratkaisujen välillä.
- Vaihtoehtoisina tunnuslukuina määritetään voitto verojen jälkeen ja EVA-tunnusluku.
- Pääomakustannukset EVA-luvun laskemista varten on määritetty annuiteettimenetelmän avulla (annuiteettimenetelmä, kts. esim. Neilimo & Uusi-Rauva 2007, s. 220).
- Nettonykyarvo lasketaan luvusta voitto diskonttaamalla vuosittainen kate investointihetkeen. Luonnollisesti myös investointikustannus ja muut kertaluontoiset erät huomioidaan. Pääomakustannukset huomioidaan laskentakorkokannan avulla.